

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004028

International filing date: 02 March 2005 (02.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-059020
Filing date: 03 March 2004 (03.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2005/004028

02.03.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 3月 3日

出願番号
Application Number: 特願2004-059020

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

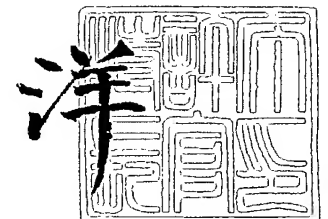
J P 2004-059020

出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

2005年 4月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3030827

【書類名】 特許願
【整理番号】 NM03-03435
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B60K 28/02
B60R 21/00

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
【氏名】 小林 洋介

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
【氏名】 内藤 原平

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
【氏名】 木村 健

【特許出願人】
【識別番号】 000003997
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100084412
【弁理士】
【氏名又は名称】 永井 冬紀

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 004732
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

自車両前方の障害物を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段によって検出される前記障害物に対して、前記自車両と前記障害物との車間距離および自車速に基づいて車両制御の対象物であるかを判断する第 1 対象物判断手段と、

前記障害物検出手段による検出結果と、前記第 1 対象物判断手段からの判断結果に基づいて、前記対象物であると判断された前記障害物に対する第 1 のリスクポテンシャルを算出する第 1 リスクポテンシャル算出手段と、

前記第 1 リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記第 1 のリスクポテンシャルに基づいて、運転操作装置を操作する際に発生する第 1 の操作反力を算出する第 1 操作反力算出手段と、

前記障害物検出手段によって検出される前記障害物に対して、前記自車両と前記障害物との前記車間距離および相対車速に基づいて前記車両制御の対象物であるかを判断する第 2 対象物判断手段と、

前記障害物検出手段による検出結果と、前記第 2 対象物判断手段からの判断結果に基づいて、前記対象物であると判断された前記障害物に対する第 2 のリスクポテンシャルを算出する第 2 リスクポテンシャル算出手段と、

前記第 2 リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記第 2 のリスクポテンシャルに基づいて、前記運転操作装置を操作する際に発生する第 2 の操作反力を算出する第 2 操作反力算出手段と、

前記自車両の周囲環境を認識する周囲環境認識手段と、

前記周囲環境認識手段による認識結果に基づいて、前記第 2 のリスクポテンシャルに基づいて算出される前記第 2 の操作反力に重み付けをする重み付け手段と、

前記第 1 のリスクポテンシャルに基づく前記第 1 の操作反力と、前記重み付け手段によって重み付けされた、前記第 2 のリスクポテンシャルに基づく前記第 2 の操作反力から、絶対値の大きい方の値を選択する操作反力選択手段と、

前記操作反力選択手段によって選択された操作反力を前記運転操作装置に発生させる操作反力発生手段とを備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記第 1 のリスクポテンシャルに基づいて、前記自車両に発生する駆動トルクを減少するための第 1 の補正量を算出する第 1 補正量算出手段と、

前記第 2 のリスクポテンシャルに基づいて、前記駆動トルクを減少するための第 2 の補正量を算出する第 2 補正量算出手段と、

前記第 1 補正量算出手段によって算出される前記第 1 の補正量と、前記第 2 補正量算出手段によって算出される前記第 2 の補正量から、大きい方の値を選択する補正量選択手段と、

前記補正量選択手段によって選択された補正量に基づいて前記駆動トルクを減少する駆動トルク補正手段とをさらに備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用運転操作補助装置において、

アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダル操作量検出手段と、

前記アクセルペダル操作量に応じた駆動トルクを発生するようエンジンを制御するエンジン制御手段とをさらに備え、

前記駆動トルク補正手段は、前記アクセルペダル操作量に対する前記駆動トルクの関係を、前記補正量に基づいて減少方向に補正することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両用運転操作補助装置において、

ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキペダル操作量検出手段と、
前記ブレーキペダル操作量に応じた制動トルクを発生するブレーキ制御手段と、
前記補正量選択手段によって選択された前記補正量に基づいて、前記ブレーキペダル操作量に対する前記制動トルクの関係を増大方向に補正する制動トルク補正手段とをさらに備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記重み付け手段は、少なくとも前記第 1 のリスクポテンシャルと前記第 2 のリスクポテンシャルがともに所定値以上の場合に、前記第 2 の操作反力に重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記重み付け手段は、少なくとも前記第 1 のリスクポテンシャルと前記第 2 のリスクポテンシャルがともに所定値以上で、前記第 1 のリスクポテンシャルに基づく前記第 1 の操作反力よりも前記第 2 のリスクポテンシャルに基づく前記第 2 の操作反力が大きい場合に、前記第 2 の操作反力に重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記重み付け手段は、少なくとも前記第 1 のリスクポテンシャルと前記第 2 のリスクポテンシャルがともに所定値以上で、前記第 1 のリスクポテンシャルに基づく前記第 1 の操作反力よりも重み付けをした前記第 2 の操作反力が大きくなる場合に、前記第 2 の操作反力に重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、前記障害物が移動物であるか停止物であるかを認識し、
前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段によって前記障害物が前記移動物であると認識された場合に、前記障害物が前記停止物である場合に比べて前記第 2 の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、前記障害物が減速中であるかを認識し、
前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段によって前記障害物が減速中であると認識された場合、前記障害物が減速中でない場合に比べて前記第 2 の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 0】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、自車線前方にトンネルまたはカーブがあるかを認識し、
前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段によって前記トンネルまたは前記カーブがあると認識された場合、前記トンネルまたは前記カーブがない場合に比べて前記第 2 の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、昼間であるか夜間であるかを認識し、
前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段によって夜間であると認識された場合、昼間の場合に比べて前記第 2 の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、自車両周囲の明るさを認識し、
前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段による認識結果から、暗い場合は明るい場

合に比べて前記第2の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項13】

請求項1から請求項7のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、
前記周囲環境認識手段は、天候を認識し、

前記重み付け手段は、前記周囲環境認識手段による認識結果から、晴れていない場合は晴れている場合に比べて前記第2の操作反力が大きくなるように重み付けをすることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項14】

請求項1から請求項13のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記第1対象物判断手段は、前記車間距離を前記自車速で除して算出される車間時間が所定値よりも小さくなった場合に、前記障害物が前記対象物であると判断し、

前記第2対象物判断手段は、前記車間距離を前記相対車速で除して算出される余裕時間が所定値よりも小さくなった場合に、前記障害物が前記対象物であると判断することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項15】

請求項1から請求項14のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記運転操作装置は、アクセルペダルを含むことを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項16】

請求項1から請求項14のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記運転操作装置は、ブレーキペダルを含むことを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項17】

請求項1から請求項16のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記障害物検出手段によって検出される前記障害物に対して、前記自車両と前記障害物との前記車間距離および前記自車速に基づいて前記自車両と前記障害物との接触の可能性を判断する第1接触可能性判断手段と、

前記障害物検出手段による検出結果と、前記第1接触可能性判断手段からの判断結果に基づいて、前記自車両と前記障害物との接触可能性が高い場合の前記障害物に対する第3のリスクポテンシャルを算出する第3リスクポテンシャル算出手段と、

前記第3リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記第3のリスクポテンシャルに基づいて、前記運転操作装置を操作する際に発生する第3の操作反力を算出する第3操作反力算出手段と、

前記障害物検出手段によって検出される前記障害物に対して、前記自車両と前記障害物との前記車間距離および前記相対車速に基づいて前記自車両と前記障害物との接触の可能性を判断する第2接触可能性判断手段と、

前記障害物検出手段による検出結果と、前記第2接触可能性判断手段からの判断結果に基づいて、前記自車両と前記障害物との接触可能性が高い場合の前記障害物に対する第4のリスクポテンシャルを算出する第4リスクポテンシャル算出手段と、

前記第4リスクポテンシャル算出手段によって算出される前記第4のリスクポテンシャルに基づいて、前記運転操作装置を操作する際に発生する第4の操作反力を算出する第4操作反力算出手段とをさらに備え、

前記操作反力選択手段は、前記第1のリスクポテンシャルに基づく前記第1の操作反力と、前記重み付け手段によって重み付けされた、前記第2のリスクポテンシャルに基づく前記第2の操作反力と、前記第3のリスクポテンシャルに基づく前記第3の操作反力と、前記第4のリスクポテンシャルに基づく前記第4の操作反力から、絶対値の最も大きい値を選択することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項18】

請求項1から請求項17のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置を備えることを特

徴とする車両。

【書類名】 明細書**【発明の名称】** 車両用運転操作補助装置および車両用運転操作補助装置を備えた車両**【技術分野】****【0001】**

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来の車両用運転操作補助装置は、先行車と自車両との車間距離に基づき、アクセルペダルの操作反力を変更している（例えば特許文献1参照）。この装置は、車間距離の減少に伴いアクセルペダルの反力を増加させることによって、運転者の注意を喚起する。

【0003】

本願発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献1】 特開平10-166889号公報

【特許文献2】 特開平10-166890号公報

【特許文献3】 特開2003-191830号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

上述した装置は、現在の車間距離に基づいてアクセルペダル反力を制御しているが、車間距離だけにに基づく制御では、自車両が先行車に接近している過渡的な状況であってもその情報を運転者に知らせることは困難である。このような車両用運転操作補助装置にあっては、自車両が先行車に追従するような定常的な状況を知らせるとともに、過渡的な状況をわかりやすく伝えて運転者の適切な運転操作を促すことが望まれている。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明による車両用運転操作補助装置は、自車両前方の障害物を検出する障害物検出手段と、障害物検出手段によって検出される障害物に対して、自車両と障害物との車間距離および自車速に基づいて車両制御の対象物であるかを判断する第1対象物判断手段と、障害物検出手段による検出結果と、第1対象物判断手段からの判断結果に基づいて、対象物であると判断された障害物に対する第1のリスクポテンシャルを算出する第1リスクポテンシャル算出手段と、第1リスクポテンシャル算出手段によって算出される第1のリスクポテンシャルに基づいて、運転操作装置を操作する際に発生する第1の操作反力を算出する第1操作反力算出手段と、障害物検出手段によって検出される障害物に対して、自車両と障害物との車間距離および相対車速に基づいて車両制御の対象物であるかを判断する第2対象物判断手段と、障害物検出手段による検出結果と、第2対象物判断手段からの判断結果に基づいて、対象物であると判断された障害物に対する第2のリスクポテンシャルを算出する第2リスクポテンシャル算出手段と、第2リスクポテンシャル算出手段によって算出される第2のリスクポテンシャルに基づいて、運転操作装置を操作する際に発生する第2の操作反力を算出する第2操作反力算出手段と、自車両の周囲環境を認識する周囲環境認識手段と、周囲環境認識手段による認識結果に基づいて、第2のリスクポテンシャルに基づいて算出される第2の操作反力に重み付けをする重み付け手段と、第1のリスクポテンシャルに基づく第1の操作反力と、重み付け手段によって重み付けされた、第2のリスクポテンシャルに基づく第2の操作反力から、絶対値の大きい方の値を選択する操作反力選択手段と、操作反力選択手段によって選択された操作反力を運転操作装置に発生させる操作反力発生手段とを備える。

【発明の効果】**【0006】**

第1のリスクポテンシャルと、重み付けされた第2のリスクポテンシャルとから絶対値の大きい方の値を選択して操作反力制御を行うので、車間距離と相対速度に基づいて車両制御の対象物と判断された前方障害物に対するリスクを、早い段階から運転者にわかりや

すく伝えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

《第1の実施の形態》

本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の構成を示すシステム図であり、図2は、車両用運転操作補助装置1を搭載した車両の構成図である。

【0008】

まず、車両用運転操作補助装置1の構成を説明する。レーザレーダ10は、車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを照射して車両前方領域を走査する。レーザレーダ10は、前方にある複数の反射物（通常、前方車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、複数の前方車までの車間距離とその存在方向を検出する。検出した車間距離及び存在方向はコントローラ50へ出力される。なお、本実施の形態において、前方物体の存在方向は、自車両に対する相対角度として表すことができる。レーザレーダ10によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して±6deg程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。

【0009】

車速センサ20は、車輪の回転数や変速機の出力側の回転数を計測することにより自車両の車速を検出し、検出した自車速をコントローラ50に出力する。

【0010】

コントローラ50は、CPUと、ROMおよびRAM等のCPU周辺部品とから構成され、車両用運転操作補助装置1全体の制御を行う。コントローラ50は、車速センサ20から入力される自車速と、レーザレーダ10から入力される距離情報から、自車両周囲の障害物状況、例えば自車両と各障害物との相対距離および相対速度といった障害物に対する走行状態を認識する。コントローラ50は、障害物状況に基づいて各障害物に対する自車両のリスクポテンシャルを算出する。さらに、コントローラ50は、障害物に対するリスクポテンシャルに基づいて、以下のような制御を行う。

【0011】

本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1は、アクセルペダル62、およびブレーキペダル92の踏み込み操作の際に発生する反力および制駆動力を制御することによって、運転者による自車両の加減速操作を補助し、運転者の運転操作を適切にアシストするものである。そこで、コントローラ50は、障害物状況から自車前方の障害物に対するリスクポテンシャルを算出し、リスクポテンシャルに基づいて車両前後方向の反力制御量を算出する。さらに、リスクポテンシャルに基づいて制駆動力の補正量を算出する。コントローラ50は、算出した前後方向の反力制御量をアクセルペダル反力制御装置60およびブレーキペダル反力制御装置90へと出力し、制駆動力の補正量を駆動力制御装置63および制動力制御装置93にそれぞれ出力する。

【0012】

アクセルペダル反力制御装置60は、コントローラ50から出力される反力制御量に応じて、アクセルペダル62のリンク機構に組み込まれたサーボモータ61で発生させるトルクを制御する。サーボモータ61は、アクセルペダル反力制御装置60からの指令値に応じて発生させる反力を制御し、運転者がアクセルペダル62を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。

【0013】

アクセルペダルストロークセンサ64は、リンク機構を介してサーボモータ61の回転角に変換されたアクセルペダル62の操作量を検出する。アクセルペダルストロークセンサ64は、検出したアクセルペダル操作量をコントローラ50および駆動力制御装置63にそれぞれ出力する。

【0014】

ブレーキペダル反力制御装置 90 は、コントローラ 50 から出力される反力制御量に応じて、ブレーキペダル 92 のリンク機構に組み込まれたサーボモータ 91 で発生させるトルクを制御する。サーボモータ 91 は、ブレーキペダル反力制御装置 90 からの指令値に応じて発生させる反力を制御し、運転者がブレーキペダル 92 を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。なお、ここでは、サーボモータ 91 によってブレーキペダルの反力を制御しているが、これには限定されず、例えばコンピュータ制御による油圧を用いてブレーキアシスト力を発生させることもできる。

【0015】

ブレーキペダルストロークセンサ 94 は、リンク機構を介してサーボモータ 91 の回転角に変換されたブレーキペダル 92 の操作量を検出する。ブレーキペダルストロークセンサ 94 は、検出したブレーキペダル操作量をコントローラ 50 および制動力制御装置 93 にそれぞれ出力する。

【0016】

駆動力制御装置 63 は、エンジンへの制御指令を算出する。図 3 に、駆動力制御装置 63 における駆動力制御のブロック図を示す。図 4 に、アクセルペダル操作量 S_A とドライバ要求駆動力 F_{da} との関係を定めた特性マップを示す。駆動力制御装置 63 は、図 4 に示すようなマップを用いて、アクセルペダル操作量 S_A に応じてドライバ要求駆動力 F_{da} を算出する。そして、駆動力制御装置 63 は、ドライバ要求駆動力 F_{da} に、後述する駆動力補正量 ΔD_a を加えて目標駆動力を算出する。駆動力制御装置 63 のエンジンコントローラは、目標駆動力に従ってエンジンへの制御指令を算出する。

【0017】

制動力制御装置 93 は、ブレーキ液圧指令を出力する。図 5 に、制動力制御装置 93 における制動力制御のブロック図を示す。図 6 に、ブレーキペダル操作量 S_B とドライバ要求制動力 F_{db} との関係を定めた特性マップを示す。制動力制御装置 93 は、図 6 に示すようなマップを用いて、ブレーキペダル操作量 S_B に応じてドライバ要求制動力 F_{db} を算出する。そして、制動力制御装置 93 は、ドライバ要求制動力 F_{db} に、後述する制動力補正値 ΔD_b を加えて目標制動力を算出する。制動力制御装置 93 のブレーキ液圧コントローラは、目標制動力に従ってブレーキ液圧指令を出力する。ブレーキ液圧コントローラからの指令に応じて各車輪に設けられたブレーキ装置 95 が作動する。

【0018】

図 7 に、コントローラ 50 の内部および周辺構成を示すブロック図を示す。コントローラ 50 は、例えば CPU のソフトウェア形態により、第 1 対象物判断部 51 a、第 2 対象物判断部 51 b、第 1 リスクポテンシャル算出部 52 a、第 2 リスクポテンシャル算出部 52 b、重み付け決定部 53、第 1 反力算出部 54 a、第 2 反力算出部 54 b、第 1 反発力算出部 55 a、第 2 反発力算出部 55 b、反力選択部 56、反発力選択部 57、および補正量算出部 58 を構成する。

【0019】

第 1 対象物判断部 51 a は、レーザレーダ 10 および車速センサ 20 から入力される自車両前方の障害物状況に基づいて、前方の障害物が操作反力制御および制駆動力制御の対象となるか否かを判断する。第 1 リスクポテンシャル算出部 52 a は、前方障害物を対象物とした場合の定常的なリスクを表すリスクポテンシャル RP_1 を算出する。第 1 反力算出部 54 a は、第 1 リスクポテンシャル算出部 52 a で算出したリスクポテンシャル RP_1 からアクセルペダル 62 の反力制御量、及びブレーキペダル 92 の反力制御量を算出する。第 1 反発力算出部 55 a は、第 1 リスクポテンシャル算出部 52 a で算出したリスクポテンシャルから、後述するような仮想弾性体の反発力を算出する。

【0020】

第 2 対象物判断部 51 b は、レーザレーダ 10 および車速センサ 20 から入力される自車両前方の障害物状況に基づいて、前方の障害物が操作反力制御および制駆動力制御の対象となるか否かを判断する。ここで、第 2 対象物判断部 51 b における対象物の判断基準は、第 1 対象物判断部 51 a における判断基準とは異なっている。第 2 リスクポテンシ

ル算出部52bは、前方障害物を対象物とした場合の過渡的なリスクを表すリスクポテンシャルRP2を算出する。

【0021】

重み付け決定部53は、自車両周囲の状況に基づいて重みを算出する。第2反力算出部54bは、第2リスクポテンシャル算出部52bで算出したリスクポテンシャルRP2および重み付け決定部53で算出した重みからアクセルペダル62の反力制御量、及びブレーキペダル92の反力制御量を算出する。第2反発力算出部55bは、第2リスクポテンシャル算出部52bで算出したリスクポテンシャルRP2から、後述するような仮想弾性体の反発力を算出する。

【0022】

反力選択部56は、第1反力算出部54aと第2反力算出部54bでそれぞれ算出されたアクセルペダル反力制御量およびブレーキペダル反力制御量から、実際の制御に用いる反力制御量を選択する。反発力選択部57は、第1反発力算出部55aと第2反発力算出部55bでそれぞれ算出された仮想弾性体の反発力から、実際の制御に用いる反発力を選択する。補正量算出部58は、反発力選択部57で選択した反発力に基づいて、自車両の制駆動力の補正量を算出する。

【0023】

以下に、第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の動作を詳細に説明する。図8に、第1の実施の形態のコントローラ50における運転操作補助制御処理の処理手順のフローチャートを示す。本処理内容は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。

【0024】

まず、ステップS100で走行状態を読み込む。ここで、走行状態は、自車前方の障害物状況を含む自車両の走行状況に関する情報である。そこで、レーザレーダ10により検出される前方障害物までの車間距離Xや存在方向と、車速センサ20によって検出される自車両の走行車速Vhを読み込む。また、アクセルペダルストロークセンサ64およびブレーキペダルストロークセンサ94で検出されるアクセルペダル操作量SAおよびブレーキペダル操作量SBも読み込む。

【0025】

ステップS200では、ステップS100で読み込み、認識した走行状態データに基づいて、前方障害物の状況を認識する。ここでは、前回の処理周期以前に検出され、コントローラ50のメモリに記憶されている自車両に対する障害物の相対位置やその移動方向・移動速度と、ステップS100で得られた現在の走行状態データとにより、現在の障害物の自車両に対する相対位置やその移動方向・移動速度を認識する。そして、自車両の走行に対して障害物が、自車両の前方にどのように配置され、相対的にどのように移動しているかを認識する。

【0026】

ステップS300では、前方の障害物を制御の対象物とするか否かを判断する。ここで、行う処理を図9のフローチャートを用いて説明する。

前方障害物が制御の対象物であるかを判断するために、まずステップS301で車間時間THWおよび余裕時間TTCを算出する。車間時間THWは、自車両が前方障害物の現在位置に到達するまでの時間であり、自車両と障害物との車間距離X、および自車速Vhを用いて以下の(式1)から算出できる。

$$THW = X / Vh \quad \dots (式1)$$

【0027】

余裕時間TTCは、自車両が前方障害物に接触するまでの時間であり、自車両と障害物との車間距離Xおよび相対速度Vrを用いて以下の(式2)から算出できる。

$$TTC = -X / Vr \quad \dots (式2)$$

【0028】

ステップS302では、ステップ301で算出した車間時間THWをしきい値Th1と

比較する。車間時間 T_{HW} がしきい値 T_{h1} (例えば 1.5 sec) 以上の場合 ($T_{HW} \geq T_{h1}$) は、車間時間 T_{HW} に関しては前方障害物を制御の対象物としない (非対象物) と判断して、ステップ S303 へ進み、車間時間対象フラグ Flg_{thw} に 0 をセットする。一方、車間時間 T_{HW} がしきい値 T_{h1} よりも小さい場合 ($T_{HW} < T_{h1}$) は、前方障害物を制御の対象物であると判断し、ステップ S304 へ進んで車間時間対象フラグ Flg_{thw} に 1 をセットする。

【0029】

ステップ S305 では、ステップ S301 で算出した余裕時間 T_{TC} をしきい値 T_{h2} と比較する。余裕時間 T_{TC} がしきい値 T_{h2} (例えば 10 sec) 以上の場合 ($T_{TC} \geq T_{h2}$) は、余裕時間 T_{TC} に関しては前方障害物を非対象物と判断して、ステップ S306 へ進み、余裕時間対象フラグ Flg_{ttc} に 0 をセットする。一方、余裕時間 T_{TC} がしきい値 T_{h2} よりも小さい場合 ($T_{TC} < T_{h2}$) は、前方障害物を制御の対象物であると判断し、ステップ S307 へ進んで余裕時間対象フラグ Flg_{ttc} に 1 をセットする。

このようにステップ S300 で前方障害物に対する対象物判断を行った後、ステップ S400 へ進む。

【0030】

ステップ S400 では、障害物に対するリスクポテンシャル RP を算出する。障害物に対するリスクポテンシャル RP は以下のようにして算出する。

図 10 (a) に示すように、自車両前方に仮想的な弾性体を設けたと仮定し、この仮想的な弾性体が前方車両に当たって圧縮され、自車両に対する擬似的な走行抵抗を発生するというモデルを考える。ここで、障害物に対するリスクポテンシャル RP は、図 10 (b) に示すように仮想弾性体が前方車両に当たって圧縮された場合のバネ力と定義する。従ってリスクポテンシャル RP は、自車両と前方車両との車間距離 X を用いて以下の (式 3) で表すことができる。

$$RP = k \cdot (L - X) \quad \dots (式 3)$$

【0031】

ここで、 k : 仮想弾性体のバネ定数、 L : 仮想弾性体の長さである。これにより、自車両と前方車両との車間距離 X が短くなるほどリスクポテンシャル RP が大きくなる。また、図 10 (a) に示すように仮想弾性体が前方車両に接触していない場合は、リスクポテンシャル $RP = 0$ とする。

【0032】

ステップ S400 では、車間時間 T_{HW} に基づいて前方障害物を対象物と判定した場合のリスクポテンシャル $RP1$ と、余裕時間 T_{TC} に基づいて対象物と判定した場合のリスクポテンシャル $RP2$ をそれぞれ算出する。そこで、自車両と前方障害物の間に、それぞれ車間時間 T_{HW} および余裕時間 T_{TC} に基づく 2 つの異なる仮想的な弾性体を設け、リスクポテンシャル $RP1$ と $RP2$ をそれぞれ算出する。ここで行う処理を、図 11 のフローチャートを用いて説明する。

【0033】

ステップ S401 では、ステップ S300 で設定した車間時間対象フラグ Flg_{thw} から前方障害物が対象障害物であるか否かを判定する。前方障害物が対象物である場合 ($Flg_{thw} = 1$) は、ステップ S402 へ進む。

【0034】

ステップ S402 では、仮想弾性体の長さを表す基準距離 $L1$ を算出する。基準距離 $L1$ は、ステップ S300 で用いた車間時間 T_{HW} のしきい値 T_{h1} と自車速 V_h を用いて、以下の (式 4) から算出する。

$$L1 = T_{h1} \times V_h \quad \dots (式 4)$$

【0035】

ステップ S403 では、ステップ S402 で算出した基準距離 $L1$ を用いて、以下の (式 5) からリスクポテンシャル $RP1$ を算出する。

$$RP1 = k1 \times (L1 - X) \quad \dots (式 5)$$

(式5)において k_1 は予め設定した仮想弾性体のばね定数である。

【0036】

一方、ステップS401で前方障害物が非対象物であると判定された場合は、ステップS404へ進んでリスクポテンシャル $RP_1 = 0$ にする。リスクポテンシャル RP_1 は、自車両と前方障害物との車間時間 T_{HW} に基づいて定常的なリスクを表すものであり、以降、定常リスクポテンシャルと呼ぶ。

【0037】

ステップS405では、ステップS300で設定した余裕時間対象フラグ Flg_ttc から前方障害物が対象障害物であるか否かを判定する。前方障害物が対象物である場合 ($Flg_ttc = 1$) は、ステップS406へ進む。

【0038】

ステップS406では、仮想弾性体の長さを表す基準距離 L_2 を算出する。基準距離 L_2 は、ステップS300で用いた余裕時間 TTC のしきい値 Th_2 と、自車両と前方障害物との相対速度 V_r を用いて、以下の(式6)から算出する。

$$L_2 = Th_2 \times V_r \quad \dots (式6)$$

【0039】

ステップS407では、ステップS406で算出した基準距離 L_2 を用いて、以下の(式7)からリスクポテンシャル RP_2 を算出する。

$$RP_2 = k_2 \times (L_2 - X) \quad \dots (式7)$$

(式7)において k_2 は予め設定した仮想弾性体のばね定数である。

【0040】

一方、ステップS405で前方障害物が非対象物であると判定された場合は、ステップS408へ進んでリスクポテンシャル $RP_2 = 0$ にする。リスクポテンシャル RP_2 は、自車両と前方障害物との余裕時間 TTC に基づいて過渡的なリスクを表すものであり、以降、過渡リスクポテンシャルと呼ぶ。

このようにステップS400でリスクポテンシャル RP を算出した後、ステップS500へ進む。

【0041】

ステップS500では、自車両の走行状況に基づいて、過渡リスクポテンシャル RP_2 をアクセルペダル62およびブレーキペダル92の操作反力として運転者にわかりやすく伝えるための重み付けを算出する。具体的には、後述するように過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づいて算出する反力制御量にかける重み付け乗数 K を算出する。ここで行う処理を、図12のフローチャートを用いて説明する。

【0042】

ステップS501では、ステップS100で読み込んだ走行状態から先行車の車速 V_t を算出する。ステップS502では、先行車速 V_t から先行車の加減速度 a を算出する。

ステップS503では、ステップS501で算出した先行車速 V_t から、先行車が移動物であるか否かを判定する。先行車速 V_t が所定値 V_{t0} (例えば5km/h) を超える場合は、先行車が移動物であると判断し、ステップS504へ進む。ステップS504では、先行車が移動物である場合の重み付け乗数 K_{vt} を算出する。図13に、先行車速 V_t と重み付け乗数 K_{vt} との関係を示す。図13に示すように、先行車速 V_{t0} が所定値 V_{t0} を上回ると重み付け乗数 K_{vt} が1から徐々に大きくなる。

【0043】

ステップS505では、ステップS502で算出した先行車の加減速度 a から先行車が減速中であるか否かを判定する。先行車が減速中 ($a < 0$) の場合は、ステップS506へ進んで減速中の重み付け乗数 K_a を算出する。図14に、先行車加減速度 a と重み付け乗数 K_a との関係を示す。図14に示すように、先行車加減速度 a が小さくなるほど、すなわち減速度が大きくなるほど重み付け乗数 K_a が1から徐々に大きくなる。

【0044】

ステップS507では、ステップS504で算出した重み付け乗数 K_{vt} とステップS

506で算出した重み付け乗数 K_a とから、重み付け乗数 K を算出する。重み付け乗数 K は、以下の(式8)で表される。

$$K = K_{vt} \times K_a \quad \dots (式8)$$

一方、ステップS503またはS505が否定判定されるとステップS508へ進み、重み付け乗数 K を1に設定する。

このようにステップS500で重み付け乗数 K を算出した後、ステップS600へ進む。

【0045】

ステップS600では、ステップS400で算出したリスクポテンシャル $RP1$ 、 $RP2$ およびステップS500で算出した重み付け乗数 K から、アクセルペダル62の反力制御指令値 FA とブレーキペダル92の反力制御指令値 FB とを算出する。ここでは、定常リスクポテンシャル $RP1$ および過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいて、アクセルペダル反力制御指令値 $FA1$ 、 $FA2$ およびブレーキペダル反力制御指令値 $FB1$ 、 $FB2$ をそれぞれ算出する。ここでの処理を図15のフローチャートを用いて説明する。

【0046】

ステップS601では、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づいてアクセルペダル反力制御指令値 $FA1$ を算出する。ここでは、図16に示すリスクポテンシャル RP とアクセルペダル反力制御指令値 FA との関係に従って、アクセルペダル反力制御指令値 $FA1$ を算出する。図16に示すように、リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max} よりも小さい場合、リスクポテンシャル RP が大きいほど、大きなアクセルペダル反力を発生させるようにアクセルペダル反力制御指令値 FA を算出する。リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max} より大きい場合には、最大のアクセルペダル反力を発生させるように、アクセルペダル反力制御指令値 FA を最大値 FA_{max} に固定する。

【0047】

ステップS602では、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいてアクセルペダル反力制御指令値 $FA2$ を算出する。ここでは、上述した図16の関係に従ってアクセルペダル反力制御指令値 $FA2$ を算出する。

【0048】

ステップS603では、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づいてブレーキペダル反力制御指令値 $FB1$ を算出する。ここでは、図17に示すリスクポテンシャル RP とブレーキペダル反力制御指令値 FB との関係に従って、ブレーキペダル反力制御指令値 $FB1$ を算出する。図17に示すようにリスクポテンシャル RP が大きいほど、小さなブレーキペダル反力、すなわち大きなブレーキアシスト力を発生させるようにブレーキペダル反力制御指令値 FB を算出する。リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max} より大きくなると、最小のブレーキペダル反力を発生させるように反力制御指令値 FB を FB_{min} に固定する。

【0049】

ステップS604では、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいてブレーキペダル反力制御指令値 $FB2$ を算出する。ここでは、上述した図17の関係に従ってブレーキペダル反力制御指令値 $FB2$ を算出する。

【0050】

図16、図17に示すように、リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max} より小さい場合は、アクセルペダル反力特性を変更し、リスクポテンシャル RP の大きさをアクセルペダル操作反力として運転者に知らせる。一方、リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max} より大きい場合は、アクセルペダル反力制御指令値 FA を最大として、運転者がアクセルペダル62を解放するように促す。さらに、ブレーキペダル反力制御指令値 FB を小さくして、運転者がブレーキ操作に移行した際にブレーキペダル92を踏み込みやすいように制御する。

【0051】

ステップS605では、ステップS602で算出した過渡リスクポテンシャル $RP2$ に

基づくアクセルペダル反力制御指令値 F_{a2} と、ステップ S604 で算出した過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づくブレーキペダル反力制御指令値 F_{b2} に、ステップ S500 で算出した重み付け乗数 K をかける。重み付け後の反力制御指令値 F_{A2} 、 F_{B2} は、それぞれ以下の (式9) (式10) で表される。

$$F_{A2} = K \times F_{a2} \quad \dots (式9)$$

$$F_{B2} = K \times F_{b2} \quad \dots (式10)$$

このようにステップ S600 で運転操作反力を算出した後、ステップ S700 へ進む。

【0052】

ステップ S700 では、ステップ S400 で算出した定常リスクポテンシャル $RP1$ および過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいて、仮想的に設定した弾性体からの反発力 F_c を算出する。ここでの処理を図18のフローチャートを用いて説明する。

【0053】

ステップ S701 では、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づいて反発力 F_{c1} を算出する。ここでは、図19に示すリスクポテンシャル RP と反発力 F_c との関係に従って、反発力 F_{c1} を算出する。図19に示すように、リスクポテンシャル RP が大きくなるほど反発力 F_c が大きくなる。リスクポテンシャル RP が所定値 RP_{max1} を超えると、反発力 F_c を最大値 F_{cmax} に固定する。

【0054】

ステップ S702 では、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいて反発力 F_{c2} を算出する。ここでは、図19に示すリスクポテンシャル RP と反発力 F_c との関係に従って、反発力 F_{c2} を算出する。

このようにステップ S700 において反発力 F_c を算出した後、ステップ S800 へ進む。

【0055】

ステップ S800 では、ステップ S600 で算出した反力制御指令値 F_{A1} 、 F_{A2} 、 F_{B1} 、 F_{B2} から、実際の操作反力制御に用いる反力指令値 F_A 、 F_B を選択する。ここでの処理を図20のフローチャートを用いて説明する。

【0056】

ステップ S801 では、定常リスクポテンシャル $RP1$ から算出したアクセルペダル反力制御指令値 F_{A1} が、過渡リスクポテンシャル $RP2$ から算出した重み付け後のアクセルペダル反力制御指令値 F_{A2} 以上であるか否かを判定する ($F_{A1} \geq F_{A2}$?)。ステップ S801 が肯定判定されるとステップ S802 へ進む。ステップ S802 では、セレクトハイにより反力制御指令値 F_{A1} を制御用のアクセルペダル反力指令値 F_A として選択する。一方、ステップ S801 が否定判定されるとステップ S803 へ進み、セレクトハイにより反力制御指令値 F_{A2} を制御用のアクセルペダル反力指令値 F_A として選択する。

【0057】

ステップ S804 では、定常リスクポテンシャル $RP1$ から算出したブレーキペダル反力制御指令値 F_{B1} が、過渡リスクポテンシャル $RP2$ から算出した重み付け後のブレーキペダル反力制御指令値 F_{B2} 以上であるか否かを判定する ($F_{B1} \geq F_{B2}$?)。ステップ S804 が肯定判定されるとステップ S805 へ進む。ブレーキペダル反力制御指令値 F_B は負の値で表されるため、ステップ S805 では、セレクトローにより反力制御指令値 F_{B2} を制御用のブレーキペダル反力指令値 F_B として選択する。一方、ステップ S804 が否定判定されるとステップ S806 へ進み、セレクトローにより反力制御指令値 F_{B1} を制御用のブレーキペダル反力指令値 F_B として選択する。

【0058】

このようにステップ S800 において反力指令値の選択処理を行った後、ステップ S900 へ進む。ステップ S900 では、ステップ S700 で算出した反発力 F_{c1} 、 F_{c2} から、制駆動力補正量を算出するための反発力 F_c を選択する。ここでの処理を図21のフローチャートを用いて説明する。

【0059】

ステップS901では、定常リスクポテンシャルRP1から算出した反発力 F_{c1} が、過渡リスクポテンシャルRP2から算出した反発力 F_{c2} 以上であるか否かを判定する（ $F_{c1} \geq F_{c2}$?）。ステップS901が肯定判定されるとステップS902へ進む。ステップS902では、セレクトハイにより反発力 F_{c1} を補正量算出用の反発力 F_c として選択する。一方、ステップS901が否定判定されるとステップS903へ進み、セレクトハイにより反発力 F_{c2} を補正量算出用の反発力 F_c として選択する。

【0060】

このようにステップS900において反発力の選択処理を行った後、ステップS1000へ進む。ステップS1000では、ステップS900で選択した反発力 F_c に基づいて、制駆動力の補正量を算出する。ここで行う処理を図22のフローチャートに従って説明する。

【0061】

まずステップS1001で、ステップS1000で読み込んだアクセルペダル操作量SAに基づいて、アクセルペダル62が踏みこまれているか否かを判定する。アクセルペダル62が踏み込まれていない場合には、ステップS1002へ進み、アクセルペダル62が急に解放されたか否かを判定する。例えば、アクセルペダル操作量SAから算出するアクセルペダル62の操作速度が所定値未満であった場合は、アクセルペダル62がゆっくりと戻されたと判断し、ステップS1003へ進む。ステップS1003では、駆動力補正量 ΔD_a として0をセットし、つづくステップS1004で制動力補正量 ΔD_b として反発力 F_c をセットする。

【0062】

一方、ステップS1002でアクセルペダル62が急に戻されたと判定されると、ステップS1005へ進む。ステップS1005では駆動力補正量 ΔD_a を漸減させ、ステップS1006で制動力補正量 ΔD_b を反発力 F_c まで漸増させる。具体的には、アクセルペダル62が急に戻された場合は、アクセルペダル操作中には駆動力を反発力 F_c 分だけ減少させるように設定していた駆動力補正量 ΔD_a （ $= -F_c$ ）を、図23（a）に示すように0まで徐々に変化させる。また、図23（b）に示すようにアクセルペダル62が急に戻されてから制動力補正量 ΔD_b を反発力 F_c まで徐々に増加させる。このように、アクセルペダル62が急に戻された場合は、最終的に駆動力補正量 ΔD_a が0に、制動力補正量 ΔD_b が F_c になるように変化させる。

【0063】

一方、ステップS1001が肯定判定され、アクセルペダル62が踏み込まれている場合は、ステップS1007へ進んでドライバ要求駆動力 F_{da} を推定する。コントローラ50内には、駆動力制御装置63内に記憶されたドライバ要求駆動力算出マップ（図4）と同一のものが用意されており、アクセルペダル操作量SAに従って、ドライバ要求駆動力 F_{da} を推定する。

【0064】

つづくステップS1008で、ステップS1007で推定したドライバ要求駆動力 F_{da} と反発力 F_c との大小関係を比較する。ドライバ要求駆動力 F_{da} が反発力 F_c 以上（ $F_{da} \geq F_c$ ）の場合は、ステップS1009へ進む。ステップS1009では、駆動力補正量 ΔD_a として $-F_c$ をセットし、ステップS1010で制動力補正量 ΔD_b に0をセットする。すなわち、 $F_{da} - F_c \geq 0$ であることから、駆動力 F_{da} を反発力 F_c により補正した後も正の駆動力が残る。従って、補正量の出力は駆動力制御装置63のみで行うことができる。この場合、車両の状態としては、ドライバがアクセルペダル62を踏んでいるにも関わらず期待した程の駆動力が得られない状態となる。補正後の駆動力が走行抵抗より大きい場合には、加速が鈍くなる挙動としてドライバに感じられ、補正後の駆動力が走行抵抗より小さい場合には、減速する挙動としてドライバに感じられる。

【0065】

一方、ステップS1008が否定判定され、ドライバ要求駆動力 F_{da} が反発力 F_c よ

り小さい場合 ($F_{da} < F_c$) は、駆動力制御装置 63 のみでは目標とする補正量を出力できない。そこで、ステップ S1011 において駆動力補正量 ΔD_a に $-F_{da}$ をセットし、ステップ S1012 で制動力補正量 ΔD_b として、補正量の不足分 ($F_c - F_{da}$) をセットする。この場合、車両の減速挙動としてドライバには察知される。

【0066】

図 24 に、駆動力および制動力の補正方法を説明する図を示す。図 24 の横軸はアクセルペダル操作量 SA およびブレーキペダル操作量 SB を示しており、原点 0 から右へ進むほどアクセルペダル操作量 SA が大きく、左へ進むほどブレーキペダル操作量 SB が大きいことを示している。図 24 の縦軸は駆動力および制動力を示し、原点 0 から上へ進むほど駆動力が大きく、下へ進むほど制動力が大きいことを示している。

【0067】

図 24 において、アクセルペダル操作量 SA に応じた要求駆動力 F_{da} 、およびブレーキペダル操作量 SB に応じた要求制動力 F_{db} をそれぞれ一点差線で示す。また、反発力 F_c に基づいて補正した駆動力および制動力を実線で示す。

【0068】

アクセルペダル操作量 SA が大きく、アクセルペダル操作量 SA に応じた要求駆動力 F_{da} が反発力 F_c 以上の場合は、駆動力を補正量 ΔD_a に応じて減少方向に補正する。一方、アクセルペダル操作量 SA が小さく、アクセルペダル操作量 SA に応じた要求駆動力 F_{da} が反発力 F_c よりも小さい場合は、駆動力を発生しないような補正量 ΔD_a を設定して駆動力を補正する。さらに、反発力 F_c と要求駆動力 F_{da} との差を補正量 ΔD_b として設定する。これにより、アクセルペダル操作量 SA に応じた緩制動を行う。

【0069】

ブレーキペダル 92 が踏み込まれると、補正量 ΔD_b に基づいて制動力を増大方向に補正する。これにより、全体として車両の走行抵抗を補正量、すなわち仮想弾性体の反発力 F_c に相当して増大させるように制駆動力の特性を補正している。

【0070】

このようにステップ S1000 で制駆動力補正量を算出した後、ステップ S1100 へ進む。ステップ S1100 では、ステップ S800 で選択したアクセルペダル反力指令値 FA、及びブレーキペダル反力指令値 FB を、それぞれアクセルペダル反力制御装置 60 およびブレーキペダル反力制御装置 90 へ出力する。アクセルペダル反力制御装置 60 およびブレーキペダル反力制御装置 90 は、それぞれコントローラ 50 から入力される指令値に応じてアクセルペダル反力およびブレーキペダル反力を制御する。

【0071】

ステップ S1200 では、ステップ S1000 で算出した駆動力補正量 ΔD_a 、及び制動力補正量 ΔD_b をそれぞれ駆動力制御装置 63、及び制動力制御装置 93 に出力する。駆動力制御装置 63 は、駆動力補正量 ΔD_a と要求駆動力 F_{da} とから目標駆動力を算出し、算出した目標駆動力を発生するようにエンジンコントローラを制御する。また、制動力制御装置 93 は、制動力補正量 ΔD_b と要求制動力 F_{db} とから目標制動力を算出し、目標制動力を発生するようにブレーキ液圧コントローラを制御する。

【0072】

以下、図面を用いて一実施の形態による車両用運転操作補助装置 1 の作用を説明する。

図 25 は、自車両と前方車両との間に仮想的に設定する 2 つの弾性体の様子を表している。第 1 の実施の形態においては、長さ L_1 、バネ定数 k_1 の仮想弾性体が前方車両に当たって圧縮されると、車間時間 THW に基づく定常リスクポテンシャル RP1 が発生する。また、長さ L_2 、ばね定数 k_2 の仮想弾性体が前方車両に当たって圧縮されると、余裕時間 TTC に基づく過渡リスクポテンシャル RP2 が発生する。

【0073】

図 26 (a) ~ (f) に、自車両が先行車に接近していく場合の自車速 V_h 、相対速度 V_r 、車間距離 X、リスクポテンシャル RP1, RP2, 反発力 F_c 、および反力指令値 FA の時系列変化をそれぞれ示す。

【0074】

自車両が遠くから先行車に接近していく場合は、図26(a)～(c)に示すように車速 V_h および車間距離 X は徐々に減少し、相対速度 V_r は徐々に増加する。相対速度 V_r がついているため、図26(d)に示すように余裕時間 TT_C に基づく過渡リスクポテンシャル RP_2 が発生している。その後、車間距離 X が所定値を下回ると車間時間 THW に基づく定常リスクポテンシャル RP_1 が発生し始める。

【0075】

図26(e)に示すように、反発力 F_c に関しては、過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく値 F_{c2} と定常リスクポテンシャル RP_1 に基づく値 F_{c1} から、常にセレクトハイによって補正量算出用の反発力 F_c を選択する。図26(f)に示すように操作反力 F_A については、過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく反力指令値に自車両の走行状況に応じて重み付けした値 F_{A2} と、定常リスクポテンシャル RP_1 に基づく反力指令値 F_{A1} から、セレクトハイにより制御用の反力指令値 F_A を選択する。

【0076】

なお、ブレーキペダル反力については図示を省略するが、過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく反力指令値に自車両の走行状況に応じて重み付けした値 F_{B2} と、定常リスクポテンシャル RP_1 に基づく反力指令値 F_{B1} から、セレクトローにより制御用の反力指令値 F_B を選択する。

【0077】

このように、遠くから先行車に接近していくような過渡的な状況では、先行車の減速度等に応じて重み付けされた、余裕時間 TT_C に基づく操作反力が発生し、自車両が先行車に追従しているような定常的な状況では、車間時間 THW に基づく操作反力が発生する。これにより、定常的なリスクに対して過渡的なリスクを早い段階からわかりやすく運転者に伝えることができ、運転者に早い段階での適切な運転操作を促すことができる。また、過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく反発力 F_{c2} には重み付けをしないので、先行車に遠くから接近していくような状況において、不必要に大きな制駆動力制御を行うことがない。

【0078】

また、自車両が先行車に追従走行しているときに、自車速 V_h や先行車速 V_t が変化して相対速度 V_r が大きくなると、その情報が重み付けされて操作反力として運転者に伝達されるので、運転者に過渡的な走行状況を素早く伝えることができる。

【0079】

このように、以上説明した第1の実施の形態においては、以下のような作用効果を奏することができる。

(1) 第1対象物判断部51aは、自車両前方の障害物に対して、自車両と障害物との車間距離 X および自車速 V_h に基づいて車両制御の対象物であるかを判断し、第1リスクポテンシャル算出部52aは、前方障害物が対象物である場合の定常リスクポテンシャル RP_1 （第1のリスクポテンシャル）を算出する。そして、第1反力算出部54aは、定常リスクポテンシャル RP_1 に基づいて、運転操作装置を操作する際に発生する反力指令値 F_{A1} 、 F_{B1} （第1の操作反力）を算出する。一方、第2対象物判断部51bは、自車両前方の障害物に対して、自車両と障害物との車間距離 X および相対車速 V_r に基づいて車両制御の対象物であるかを判断し、第2リスクポテンシャル算出部52bは、前方障害物が対象物である場合の過渡リスクポテンシャル RP_2 （第2のリスクポテンシャル）を算出する。そして、第2反力算出部54bは、過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づいて、運転操作装置を操作する際に発生する反力指令値 F_{A2} 、 F_{B2} （第2の操作反力）を算出する。また、重み付け決定部53は、自車両の周囲環境に基づいて過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく反力指令値 F_{A2} 、 F_{B2} に重み付けをする。反力選択部56は、定常リスクポテンシャル RP_1 に基づく反力指令値 F_{A1} 、 F_{B1} と、重み付けされた過渡リスクポテンシャル RP_2 に基づく反力指令値 F_{A2} 、 F_{B2} とから、絶対値の大きい方の値を選択する。コントローラ50は、選択された反力指令値を運転操作装置に発生す

るように制御を行う。これにより、自車両と前方障害物の車間距離 X と相対速度 V_r から算出される過渡的なリスクを、車間距離 X と自車速 V_h から算出される定常的なリスクに比べて早い段階から運転者にわかりやすく伝えることができる。

(2) 第1反発力算出部55aは、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づいて、自車両に発生する駆動トルクを減少するための反発力 F_{c1} (第1の補正量)を算出する。第2反発力算出部55bは、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づいて、自車両に発生する駆動トルクを減少するための反発力 F_{c2} (第2の補正量)を算出する。反発力算出部57は、反発力 F_{c1} と反発力 F_{c2} から、大きい方の値を選択する。コントローラ50は、選択された反発力 F_c に基づいて駆動トルクを減少するように制御を行う。これにより、自車両の加減速度を制御して運転者の運転操作を適切に補助することができる。また、反発力 F_c に関しては自車両の周囲環境に基づく重み付けを行わないので、不必要に大きな駆動力制御を行うことがない。

(3) 駆動力制御装置63は、アクセルペダル操作量 SA に応じた駆動トルクを発生させるようエンジンを制御する。コントローラ50は、図24に示すように、アクセルペダル操作量 SA に対する駆動トルクの関係、選択された反発力 F_c に基づいて減少方向に補正する。接触の可能性が高くなると駆動トルクが大きく減少するので、運転者に自車両の加速の鈍化または減速感を与えて注意を喚起することができる。

(4) 制動力制御装置93は、ブレーキペダル操作量 SB に応じた制動トルクを発生させる。コントローラ50は、図24に示すようにブレーキペダル操作量 SB に対する制動トルクの関係、選択された反発力 F_c に基づいて増大方向に補正する。具体的には、障害物との接触の可能性が高い場合に運転者がブレーキペダル操作を行うと、制動力補正量 ΔDb だけ増大した制動力が発生し、運転者の減速操作を適切に補助することができる。

(5) コントローラ50は、少なくとも定常リスクポテンシャル $RP1$ と過渡リスクポテンシャル $RP2$ がともに所定値以上の場合に、反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。具体的には、図26(d)において定常リスクポテンシャル $RP1$ と過渡リスクポテンシャル $RP2$ がともに所定値0以上の場合(時間 $t = t_a \sim t_b$)に、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。従って、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づく反力指令値 $FA1$, $FB1$ に対して、重み付けされた過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ が優先的に選択され、過渡的なリスクをわかりやすく運転者に伝えることができる。

(6) コントローラ50は、少なくとも定常リスクポテンシャル $RP1$ と過渡リスクポテンシャル $RP2$ がともに所定値以上で、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づく反力指令値 $FA1$, $FB2$ よりも過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ が大きい場合に、反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。具体的には、図26(f)における時間 $t = t_a \sim t_c$ に、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。従って、過渡的なリスクを強調してわかりやすく運転者に伝えることができる。

(7) コントローラ50は、定常リスクポテンシャル $RP1$ と過渡リスクポテンシャル $RP2$ がともに所定値以上で、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づく反力指令値 $FA1$, $FB1$ よりも重み付けをした反力指令値 $FA2$, $FB2$ が大きくなる場合に、反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。具体的には、図26(d)における時間 $t = t_a \sim t_d$ に、過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ に重み付けをする。従って、定常リスクポテンシャル $RP1$ に基づく反力指令値 $FA1$, $FB1$ に対して、重み付けされた過渡リスクポテンシャル $RP2$ に基づく反力指令値 $FA2$, $FB2$ が優先的に選択され、過渡的なリスクをわかりやすく運転者に伝えることができる。

(8) コントローラ50は、前方障害物が移動物であるか停止物であるかを認識し、移動物である場合には停止物である場合に比べて反力指令値 $FA2$, $FB2$ が大きくなるように重み付けをする。これにより、先行車が移動してリスクが高くなっていることを運転者に知らせることができる。

(9) コントローラ50は、前方障害物が減速中の場合は減速中でない場合に比べて反力

指令値 $F A 2$ 、 $F B 2$ が大きくなるように重み付けをする。これにより、先行車が減速してリスクが高くなっていることを運転者に知らせることができる。

(10) 第1対象物判断部 51a は、車間距離 X を自車速 $V h$ で除して算出される車間時間 $T H W$ が所定値 $T h 1$ よりも小さくなった場合に、障害物が対象物であると判断し、第2対象物判断部 51b は、車間距離 X を相対車速 $V r$ で除して算出される余裕時間 $T T C$ が所定値 $T h 2$ よりも小さくなった場合に、障害物が対象物であると判断する。これにより、異なる判断基準に基づいて効果的な対象物判断を容易に行うことができる。

(11) コントローラ 50 は、運転操作装置の操作反力としてアクセルペダル 62 に発生するアクセルペダル反力を制御する。運転者が触れる機会の多いアクセルペダル 62 の操作反力を制御することにより、リスクポテンシャル $R P$ を確実に運転者に知らせることができる。

(12) コントローラ 50 は、運転操作装置の操作反力としてブレーキペダル 92 に発生するブレーキペダル反力を制御する。リスクポテンシャル $R P$ が大きくなるほどブレーキペダル操作反力を小さくするので、運転者がブレーキペダル操作を行う際に運転者の減速操作を補助することができる。

【0080】

《第2の実施の形態》

以下に、本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置 2 について説明する。図 27 に、第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置 2 の構成を示す。図 27 において、図 1 に示した第1の実施の形態と同様の機能を有する箇所には同一の符号を付している。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0081】

図 27 に示すように、車両用運転操作補助装置 2 は、自車両周囲の環境を検出する環境認識装置 30 を備えている。環境認識装置 30 は、例えばナビゲーションシステムであり、自車両が走行する車線にトンネルやカーブが存在するかを検出する。環境認識装置 30 からの信号は、コントローラ 50A に入力される。

【0082】

図 28 は、コントローラ 50A の内部および周辺構成を示すブロック図である。コントローラ 50A は、環境認識装置 30 で検出された周囲環境に基づいて、重み付け決定部 53A において重み付け乗数 K を算出する。このように、第2の実施の形態においては、過渡リスクポテンシャル $R P 2$ に基づく反力指令値 $F a 2$ 、 $F b 2$ を、周囲環境に基づいて重み付けする。

【0083】

以下に、コントローラ 50A における重み付け決定処理（図 8 のステップ S 500 の処理）を図 29 を用いて説明する。

ステップ S 511 では、環境認識装置 30 からの信号に基づいて、自車線の前方にトンネルやカーブが存在するかを判定する。ステップ S 511 が肯定判定されると、ステップ S 512 へ進む。トンネルやカーブが存在する場合は、これらが存在しない場合に比べて先行車に対する運転者の注意が散漫になる傾向にあるので、重み付け乗数 K を 1 よりも大きい所定値 $K 0$ （例えば $K 0 = 1.4$ ）まで徐々に増加させる。そこで、ステップ S 512 において、前回周期で設定した重み付け乗数 K_z に所定の変化量 ΔK を加算した値（ $K_z + \Delta K$ ）が、所定値 $K 0$ 以下であるか否かを判定する。

【0084】

ステップ S 512 が肯定判定されると、ステップ S 513 へ進んで前回の重み付け乗数 K_z に所定の変化量 ΔK を加算した値（ $K_z + \Delta K$ ）を、今回の重み付け乗数 K として設定する。一方、ステップ S 512 が否定判定されると、ステップ S 514 へ進んで所定値 $K 0$ を重み付け乗数 K として設定する。また、ステップ S 511 が否定判定された場合は、ステップ S 515 へ進んで重み付け乗数 K を 1 に設定する。

以上説明したように算出した重み付け乗数 K を用いて、過渡リスクポテンシャル $R P 2$ に基づく反力指令値 $F a 2$ 、 $F b 2$ に重み付けを行う。

【0085】

このように、以上説明した第2の実施の形態においては、上述した第1の実施の形態による効果に加えて以下のような作用効果を奏することができる。

コントローラ50は、自車線前方にトンネルまたはカーブがあるかを認識し、トンネルまたはカーブがある場合は、ない場合に比べて反力指令値FA2、FB2が大きくなるように重み付けをする。これにより、運転者の先行車に対する注意力が低下するような状況において、過渡的なリスクを運転者にわかりやすく伝えることができる。

【0086】

上述した第2の実施の形態においては、環境認識装置30で自車線にトンネルやカーブがあるか否かを検出し、重み付け乗数Kを自車線の道路状況に基づいて設定した。重み付け乗数Kを算出するための周囲環境の他の例を、以下に示す。

- ・夜間／昼間
- ・明るさ
- ・天候（晴れ／雨または雪）

【0087】

夜間か昼間であることは、例えばナビゲーションシステムやGPS受信機から得られる時刻信号に基づいて検出する。夜間であると認識された場合は重み付け乗数Kを昼間の場合よりも大きくすることにより、過渡的なリスクを運転者にわかりやすく伝えることができる。明るさは、例えば光りセンサや、前照灯のオン／オフによって検出する。前照灯がオンされている場合、すなわち暗い場合は、明るい場合よりも重み付け乗数Kを大きくすることにより、過渡的なリスクを運転者にわかりやすく伝えることができる。天候は、例えば雨滴センサや、ワイパーのオン／オフによって検出する。ワイパーがオンされている場合、すなわち晴れていない場合は、晴れている場合に比べて重み付け乗数Kを大きくすることにより、過渡的なリスクを運転者にわかりやすく伝えることができる。

【0088】

《第3の実施の形態》

以下に、本発明の第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置について説明する。第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図1に示した第1の実施の形態と同様である。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0089】

上述した第1の実施の形態においては、前方障害物が制御の対象物であるか否かを判定し、対象物である場合に操作反力制御および制駆動力制御を行った。第3の実施の形態では、これに加えて、制御の対象となっている前方障害物と自車両との接触の可能性を判断し、接触可能性が高い場合に、その可能性を低くするような操作反力制御および制駆動力制御を行う。

【0090】

図30に、第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置のコントローラ50Bの構成を示す。図3に示すように、コントローラ50Bは、第1接触可能性判断部51c、第2接触可能性判断部51d、第3リスクポテンシャル算出部52c、第4リスクポテンシャル算出部52d、第3反力算出部54c、第4反力算出部54d、第3反発力算出部55c、および第4反発力算出部55dをさらに備えている。

【0091】

第1接触可能性判断部51cは、レーザレーダ10および車速センサ20から入力される自車両前方の障害物状況に基づいて、自車両が前方の障害物と接触する可能性が高いか否かを予測する。第3リスクポテンシャル算出部52cは、障害物との接触の可能性が高い場合の定常的なリスクポテンシャルRP3を算出する。第3反力算出部54cは、第3リスクポテンシャル算出部52cで算出した定常リスクポテンシャルRP3からアクセルペダル62の反力制御量、及びブレーキペダル92の反力制御量を算出する。第3反発力算出部55cは、第3リスクポテンシャル算出部52cで算出した定常リスクポテンシャルRP3から、仮想弾性体の反発力を算出する。

【0092】

第2接触可能性判断部51dは、レーザレーダ10および車速センサ20から入力される自車両前方の障害物状況に基づいて、自車両が前方の障害物と接触する可能性が高いか否かを予測する。ここで、第2接触可能性判断部51dにおける接触可能性の判断基準は、第1接触可能性判断部51cにおける判断基準とは異なっている。第4リスクポテンシャル算出部52dは、接触可能性が高い場合の過渡的なリスクポテンシャルRP4を算出する。第4反力算出部54dは、第4リスクポテンシャル算出部52dで算出した過渡リスクポテンシャルRP4からアクセルペダル62の反力制御量、及びブレーキペダル92の反力制御量を算出する。第4反発力算出部55dは、第4リスクポテンシャル算出部52dで算出した過渡リスクポテンシャルRP4から、仮想弾性体の反発力を算出する。

【0093】

反力選択部56は、第1反力算出部54a～第4反力算出部54dでそれぞれ算出されたアクセルペダル反力制御量およびブレーキペダル反力制御量から、実際の制御に用いる反力制御量を選択する。反発力選択部57は、第1反発力算出部55a～第4反発力算出部55dでそれぞれ算出された仮想弾性体の反発力から、実際の制御に用いる反発力を選択する。補正量算出部58は、反発力選択部57で選択した反発力に基づいて、自車両の制駆動力の補正量を算出する。

【0094】

以下に、第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置の動作を詳細に説明する。図31に、第3の実施の形態のコントローラ50Bにおける運転操作補助制御処理の処理手順のフローチャートを示す。本処理内容は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。ステップS100～S300での処理は、図8に示した第1の実施の形態のフローチャートと同様であるので説明を省略する。

【0095】

ステップS350では、障害物と自車両が接触する可能性があるか否かを判断する。ここで行う処理を図32のフローチャートを用いて説明する。

ステップS351では、ステップ300で算出した車間時間THWをしきい値Th3と比較する。車間時間THWがしきい値Th3 ($Th3 < Th1$) 以上の場合 ($THW \geq Th3$) は、自車両が前方障害物と接触する可能性が低いと判断して、ステップS352へ進み、車間時間THWに基づく接触可能性フラグFlg_thw1に0をセットする。一方、車間時間THWがしきい値Th3よりも小さい場合 ($THW < Th3$) は、自車両が前方障害物と接触する可能性が高いと判断し、ステップS353へ進んで車間時間THWに基づく接触可能性フラグFlg_thw1に1をセットする。

【0096】

ステップS354では、ステップ300で算出した余裕時間TTCをしきい値Th4と比較する。余裕時間TTCWがしきい値Th4 ($Th4 < Th2$) 以上の場合 ($TTC \geq Th4$) は、自車両が前方障害物と接触する可能性が低いと判断して、ステップS355へ進み、余裕時間TTCに基づく接触可能性フラグFlg_ttc1に0をセットする。一方、余裕時間TTCがしきい値Th4よりも小さい場合 ($TTC < Th4$) は、自車両が前方障害物と接触する可能性が高いと判断し、ステップS356へ進んで余裕時間TTCに基づく接触可能性フラグFlg_ttc1に1をセットする。

【0097】

このようにステップS350で接触可能性を予測した後、ステップS450へ進む。

ステップS450では、車間時間THWに基づいて前方障害物を対象物と判定した場合のリスクポテンシャルRP1と、余裕時間TTCに基づいて対象物と判定した場合のリスクポテンシャルRP2をそれぞれ算出する。さらに、車間時間THWに基づいて前方障害物との接触可能性が高いと判断した場合のリスクポテンシャルRP3と、余裕時間TTCに基づいて前方障害物との接触可能性が高いと判断した場合のリスクポテンシャルRP4を算出する。ここでは、自車両と前方障害物の間に車間時間THWに基づく仮想弾性体と余裕時間TTCに基づく仮想弾性体をそれぞれ2つずつ設け、リスクポテンシャルRP1

～RP4を算出する。ここで行う処理を、図33のフローチャートを用いて説明する。

【0098】

ステップS401～S408における処理は、図11のフローチャートにおける処理と同様であるので説明を省略する。

ステップS409では、ステップS350で設定した車間時間THWに基づく接触の可能性が高いか否かを判定する。車間時間THWに基づく接触可能性が高い場合 (Flg_thw1=1) は、ステップS410へ進む。ステップS410では、仮想弾性体の長さを表す基準距離L3を算出する。基準距離L3は、ステップS350で用いた車間時間THWのしきい値Th3と自車速Vhを用いて、以下の(式11)から算出する。

$$L3 = Th3 \times Vh \quad \dots (式11)$$

【0099】

ステップS411では、ステップS410で算出した基準距離L3を用いて、以下の(式12)から車間時間THWに基づく定常的なリスクポテンシャルRP3を算出する。

$$RP3 = k3 \times (L3 - X) \quad \dots (式12)$$

(式12)においてk3は予め設定した仮想弾性体のばね定数である。

【0100】

一方、ステップS409で前方障害物との接触可能性が低いと判定された場合は、ステップS412へ進んで定常リスクポテンシャルRP3=0にする。

ステップS413では、ステップS350で設定した余裕時間TTCに基づく接触可能性フラグFlg_ttc1から自車両が前方障害物に接触する可能性が高いか否かを判定する。余裕時間TTCに基づく接触可能性が高い場合 (Flg_ttc1=1) は、ステップS414へ進む。

【0101】

ステップS414では、仮想弾性体の長さを表す基準距離L4を算出する。基準距離L4は、ステップS350で用いた余裕時間TTCのしきい値Th4と、自車両と前方障害物との相対速度Vrを用いて、以下の(式13)から算出する。

$$L4 = Th4 \times Vr \quad \dots (式13)$$

【0102】

ステップS415では、ステップS414で算出した基準距離L4を用いて、以下の(式14)から余裕時間TTCに基づく過渡的なリスクポテンシャルRP4を算出する。

$$RP4 = k4 \times (L4 - X) \quad \dots (式14)$$

(式14)においてk4は予め設定した仮想弾性体のばね定数である。

【0103】

一方、ステップS413で接触可能性が低いと判定された場合は、ステップS416へ進んで過渡リスクポテンシャルRP4=0にする。

このようにステップS450でリスクポテンシャルRPを算出した後は、ステップS500へ進んで重み付け乗数Kを算出する。

【0104】

ステップS650では、ステップS450で算出したリスクポテンシャルRP1～RP4およびステップS500で算出した重み付け乗数Kから、アクセルペダル62の反力制御指令値FA1～FA4およびブレーキペダル92の反力制御指令値FB1～FB4を算出する。ここでの処理を図34のフローチャートを用いて説明する。

【0105】

ステップS601およびS602では、上述した第1の実施の形態と同様に、図16に示す関係に従って定常リスクポテンシャルRP1および過渡リスクポテンシャルRP2に基づくアクセルペダル反力制御指令値FA1、FA2を算出する。つづくステップS611およびS612では、ステップS450で算出した接触可能性が高い場合の定常リスクポテンシャルRP3および過渡リスクポテンシャルRP4に基づいて、アクセルペダル反力制御指令値FA3、FA4を算出する。

【0106】

つづくステップS603およびS604では、上述した第1の実施の形態と同様に、図17に示す関係に従って定常リスクポテンシャルRP1および過渡リスクポテンシャルRP2に基づくブレーキペダル反力制御指令値FB1、FB2を算出する。ステップS613およびS614では、ステップS450で算出した接触可能性が高い場合の定常リスクポテンシャルRP3および過渡リスクポテンシャルRP4に基づいて、ブレーキペダル反力制御指令値FB3、FB4を算出する。

【0107】

つづくステップS605では、ステップS602で算出した過渡リスクポテンシャルRP2に基づくアクセルペダル反力制御指令値Fa2と、ステップS604で算出した過渡リスクポテンシャルRP2に基づくブレーキペダル反力制御指令値FB2に、ステップS500で算出した重み付け乗数Kをかけ、重み付け後の反力制御指令値FA2、FB2を算出する。

【0108】

このようにステップS650で運転操作反力を算出した後、ステップS750へ進む。

ステップS750では、ステップS450で算出した定常リスクポテンシャルRP1、RP3および過渡リスクポテンシャルRP2、RP4に基づいて、仮想的に設定した弾性体からの反発力Fcを算出する。ここでの処理を図35のフローチャートを用いて説明する。

【0109】

ステップS701およびS702では、上述した第1の実施の形態と同様に、図19に示すリスクポテンシャルRPと反発力Fcとの関係に従って、定常リスクポテンシャルRP1および過渡リスクポテンシャルRP2に基づいて反発力Fc1、Fc2をそれぞれ算出する。つづくステップS703およびS704では、接触可能性が高い場合の定常リスクポテンシャルRP3および過渡リスクポテンシャルRP4に基づいて、反発力Fc3、Fc4をそれぞれ算出する。

【0110】

このようにステップS750において反発力Fcを算出した後、ステップS850へ進む。ここでは、図36のフローチャートに示すように、まずステップS811においてステップS650で算出したアクセルペダル反力制御指令値FA1~FA4から、セレクトハイにより制御用のアクセルペダル反力制御指令値FAを選択する（ $FA = \max(FA1, FA2, FA3, FA4)$ ）。つづくステップS812では、ステップS650で算出したブレーキペダル反力制御指令値FB1~FB4から、セレクトローにより制御用のブレーキペダル反力制御指令値FBを選択する（ $FB = \max(FB1, FB2, FB3, FB4)$ ）。

【0111】

ステップS950では、ステップS750で算出した反発力Fc1~Fc4から、セレクトハイにより補正量算出用の反発力Fcを選択する（ $Fc = \max(Fc1, Fc2, Fc3, Fc4)$ ）、図37のステップS911）。

以降、ステップS1000~S1200における処理は、図8のフローチャートにおける処理と同様であるので説明を省略する。

【0112】

このように、以上説明した第3の実施の形態においては、上述した第1の実施の形態による効果に加えて以下のような作用効果を奏することができる。

第1接触可能性判断部51cは、前方障害物に対して車間距離Xと自車速Vhに基づいて自車両との接触の可能性を判断する。第3リスクポテンシャル算出部52cは、自車両と障害物との接触可能性が高い場合の定常リスクポテンシャルRP3（第3のリスクポテンシャル）を算出し、第3反力算出部54cは、定常リスクポテンシャルRP3に基づいて反力指令値FA3、FB3（第3の操作反力）を算出する。一方、第2接触可能性判断部51dは、前方障害物に対して車間距離Xと相対車速Vrに基づいて自車両との接触の可能性を判断する。第4リスクポテンシャル算出部52dは、自車両と障害物との接触可

能性が高い場合の過渡リスクポテンシャル RP_4 (第4のリスクポテンシャル) を算出し、第4反力算出部 54d は、過渡リスクポテンシャル RP_4 に基づいて反力指令値 FA_4 、 FB_4 (第4の操作反力) を算出する。反力選択部 56 は、反力指令値 $FA_1 \sim FA_4$ 、 $FB_1 \sim FB_4$ から、絶対値の最も大きい値を制御用の反力指令値 FA 、 FB として選択する。これにより、前方障害物との接触の可能性が高くなった場合での操作反力制御を行うことにより運転者の適切な運転操作を促すことができる。

【0113】

同様に、定常リスクポテンシャル RP_3 に基づく反発力 Fc_3 、および過渡リスクポテンシャル RP_4 に基づく反発力 Fc_4 をさらに算出し、反発力選択部 57 において反発力 $Fc_1 \sim Fc_4$ から最も大きい値を選択して制駆動力制御を行う。これにより、前方障害物との接触の可能性が高くなった場合に、接触可能性を低くするような制駆動力制御を行うことができる。

【0114】

なお、以上説明した第1から第3の実施の形態においては、リスクポテンシャル RP に応じた操作反力制御と制駆動力制御とを行ったが、いずれか一方の制御のみを行うこともできる。また、制動力制御は行わず、駆動力制御のみを行うこともできる。

【0115】

上述した一実施の形態においては、自車両周囲のリスクポテンシャル RP に応じたアクセルペダル反力制御およびブレーキペダル反力制御をそれぞれ行った。ただし、これには限定されず、アクセルペダル反力制御のみ、またはブレーキペダル反力制御のみを行うこともできる。

【0116】

以上説明した第1から第3の実施の形態においては、障害物検出手段として、レーザレーダ 10 を用いた。第1対象物判断手段、第1リスクポテンシャル算出手段、第1操作反力算出手段、第2対象物判断手段、第2リスクポテンシャル算出手段、第2操作反力算出手段、重み付け手段、操作反力選択手段、第1補正量算出手段、第2補正量算出手段、補正量選択手段、駆動トルク補正手段および制動トルク補正手段として、コントローラ 50、50A を用いた。周囲環境認識手段として、レーザレーダ 10、および環境認識装置 30 を用いた。また第1接触可能性判断手段、第3リスクポテンシャル算出手段、第3操作反力算出手段、第2接触可能性判断手段、第4リスクポテンシャル算出手段、および第4操作反力算出手段として、コントローラ 50B を用いた。さらに、操作反力発生手段としてアクセルペダル反力制御装置 60 およびブレーキペダル反力制御装置 90 を用い、エンジン制御手段として駆動力制御装置 63 を用い、ブレーキ制御手段として制動力補正装置 93 を用いた。アクセルペダル操作量検出手段としてアクセルペダルストロークセンサ 64 を用い、ブレーキペダル操作量検出手段としてブレーキペダルストロークセンサ 94 を用いた。ただし、これらには限定されず、障害物検出手段として、レーザレーダ 10 の代わりに例えば別方式のミリ波レーダを用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0117】

- 【図1】 本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。
- 【図2】 図1に示す車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。
- 【図3】 駆動力制御の概要を説明する図。
- 【図4】 アクセルペダル操作量と要求駆動力との関係を示す図。
- 【図5】 制動力制御の概要を説明する図。
- 【図6】 ブレーキペダル操作量と要求制動力との関係を示す図。
- 【図7】 コントローラの内部の構成を示すブロック図。
- 【図8】 第1の実施の形態における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。
- 【図9】 対象物判断処理を説明するフローチャート。
- 【図10】 (a) (b) 制駆動力制御の概念を説明する図。

- 【図 1 1】 リスクポテンシャル算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 1 2】 重み付け決定処理を説明するフローチャート。
- 【図 1 3】 先行車速と重み付け乗数との関係を示す図。
- 【図 1 4】 先行車加速度と重み付け乗数との関係を示す図。
- 【図 1 5】 操作反力算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 1 6】 リスクポテンシャルとアクセル反力制御指令値との関係を示すマップ。
- 【図 1 7】 リスクポテンシャルとブレーキ反力制御指令値との関係を示すマップ。
- 【図 1 8】 反発力算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 1 9】 リスクポテンシャルと反発力との関係を示すマップ。
- 【図 2 0】 操作反力選択処理を説明するフローチャート。
- 【図 2 1】 反発力選択処理を説明するフローチャート。
- 【図 2 2】 制駆動力補正量算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 2 3】 (a) (b) 駆動力補正量および制動力補正量の変化をそれぞれ説明する図。
- 【図 2 4】 駆動力補正および制動力補正の特性を説明する図。
- 【図 2 5】 第 1 の実施の形態の作用を説明する図。
- 【図 2 6】 (a) ~ (f) 自車両が先行車に接近する場合の自車速、相対速度、車間距離、リスクポテンシャル、反発力およびアクセルペダル反力の時系列変化を示す図。
- 【図 2 7】 第 2 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。
- 【図 2 8】 コントローラの内部の構成を示すブロック図。
- 【図 2 9】 重み付け決定処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 0】 第 3 の実施の形態によるコントローラ内部の構成を示すブロック図。
- 【図 3 1】 第 3 の実施の形態における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。
- 【図 3 2】 接触可能性判断処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 3】 リスクポテンシャル算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 4】 操作反力算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 5】 反発力算出処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 6】 操作反力選択処理を説明するフローチャート。
- 【図 3 7】 反発力選択処理を説明するフローチャート。

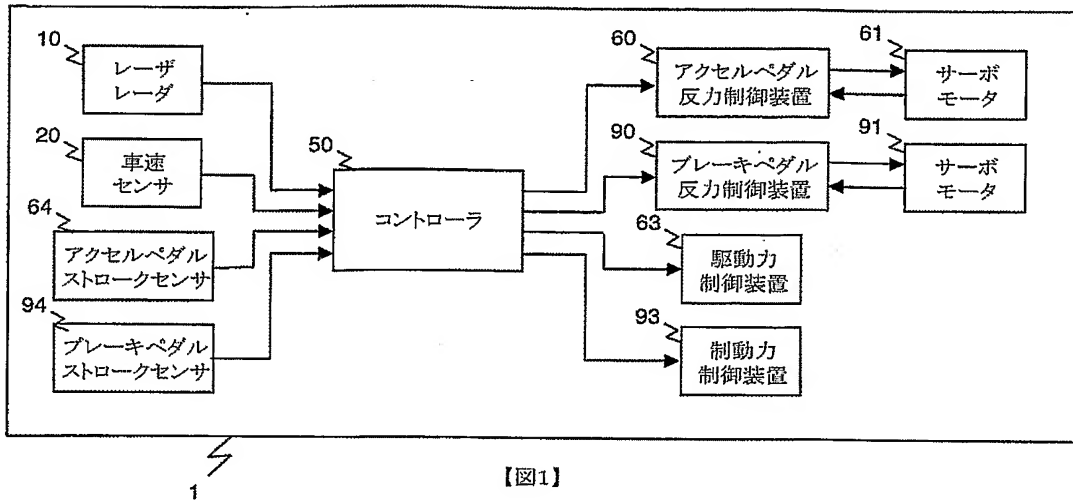
【符号の説明】

【0 1 1 8】

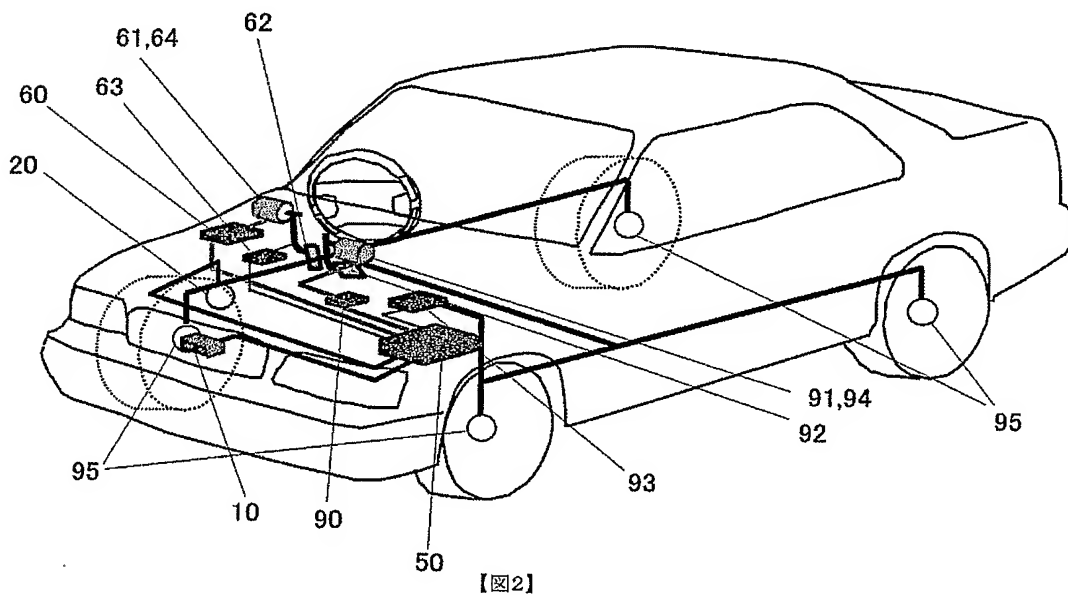
- 1 0 : レーザレーダ
- 2 0 : 車速センサ
- 5 0 : コントローラ
- 6 0 : アクセルペダル反力制御装置
- 6 3 : 駆動力制御装置
- 6 4 : アクセルペダルストロークセンサ
- 9 0 : ブレーキペダル反力制御装置
- 9 3 : 制動力制御装置
- 9 4 : ブレーキペダルストロークセンサ

【書類名】 図面

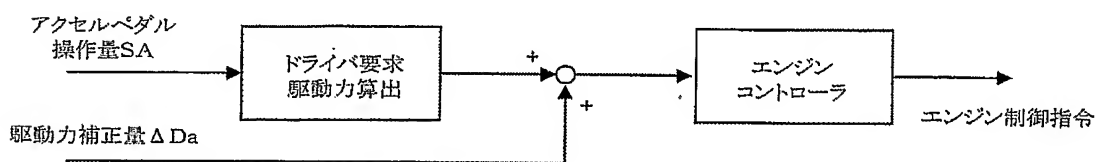
【図 1】



【図 2】

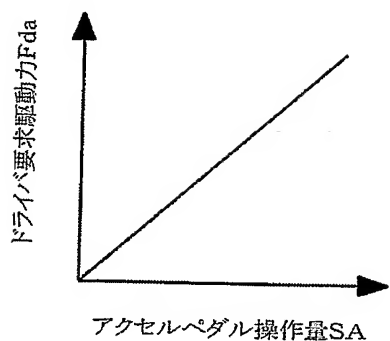


【図 3】



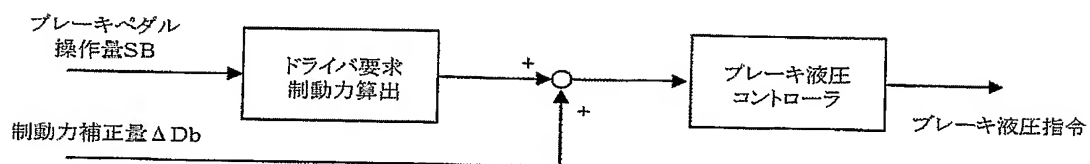
【図3】

【図 4】



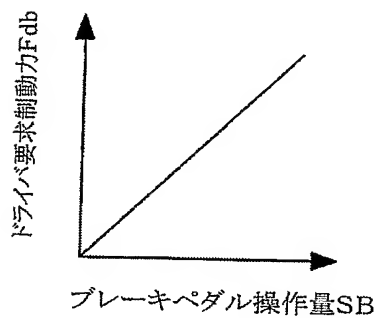
【図4】

【図 5】



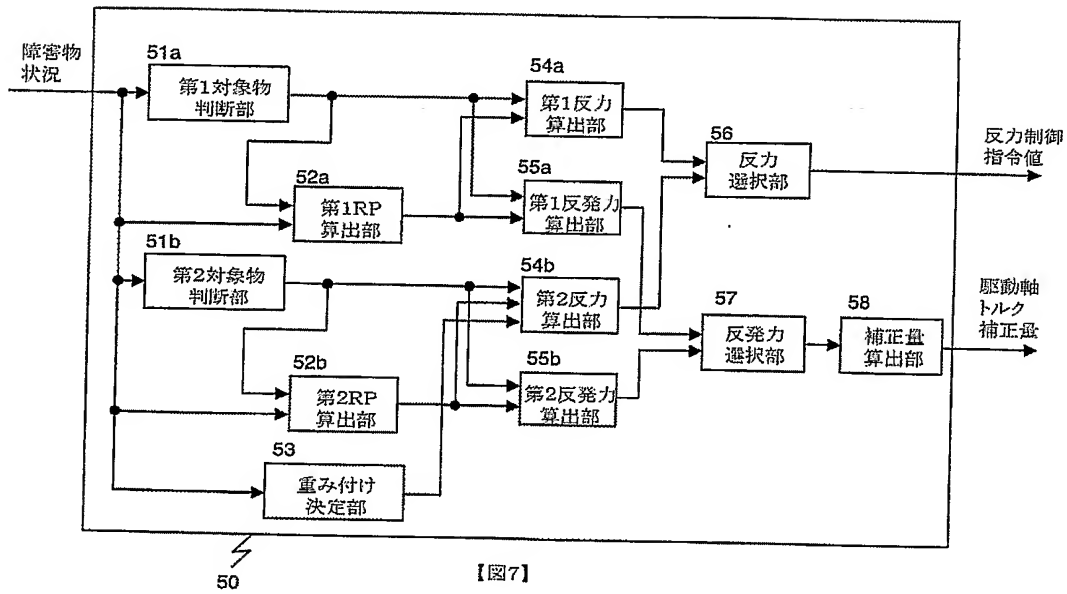
【図5】

【図 6】

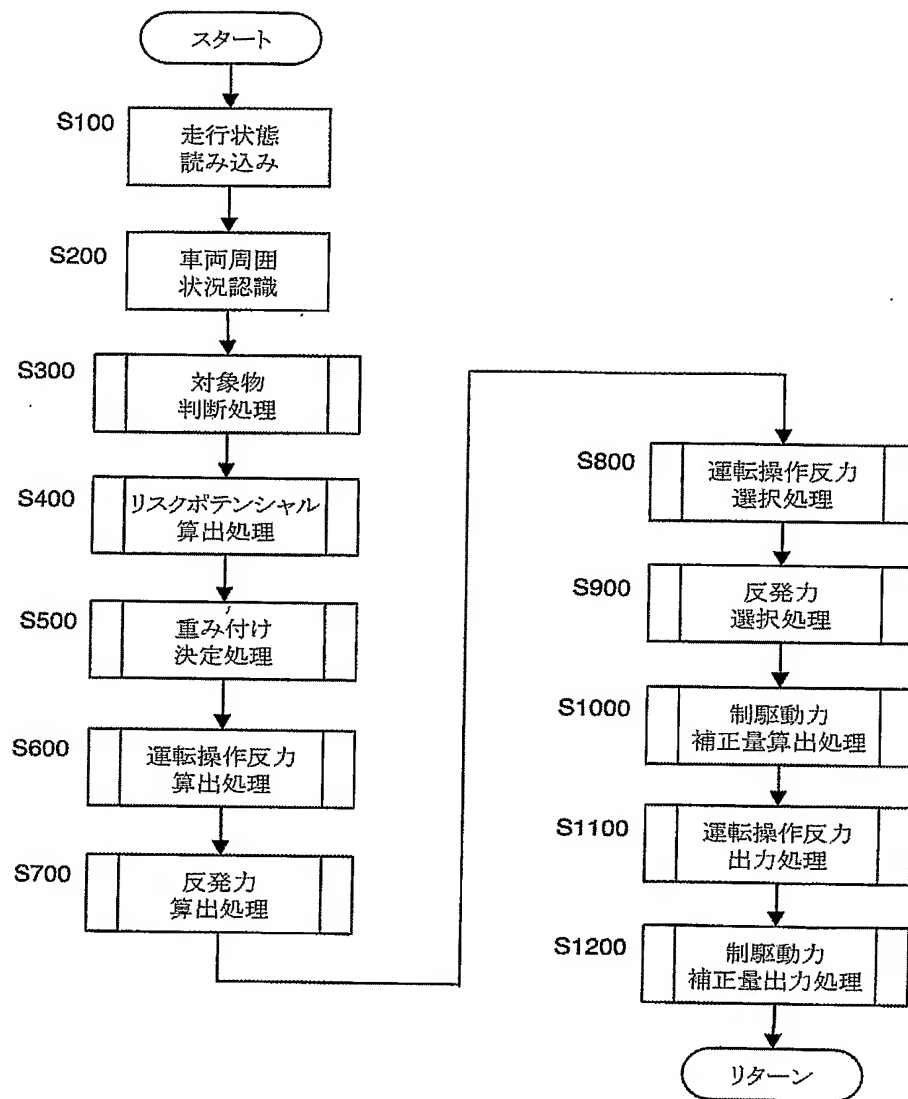


【図6】

【図 7】

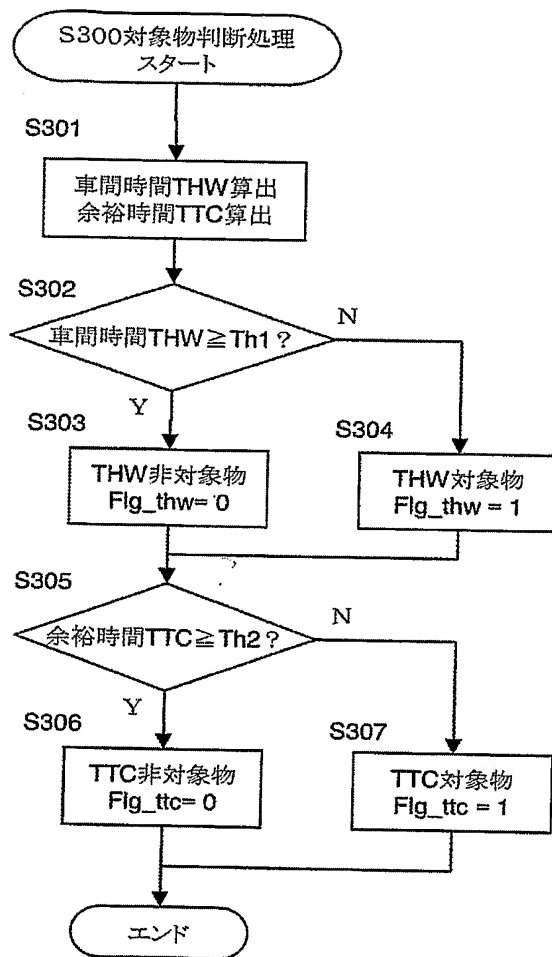


【図 8】



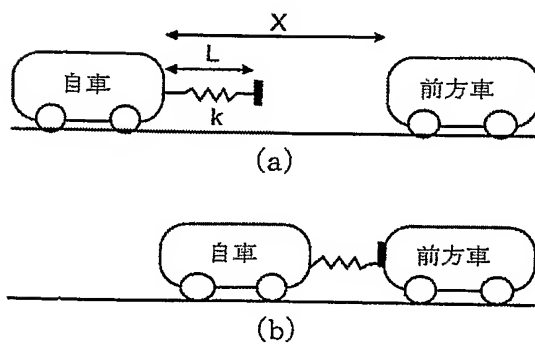
【図8】

【図 9】



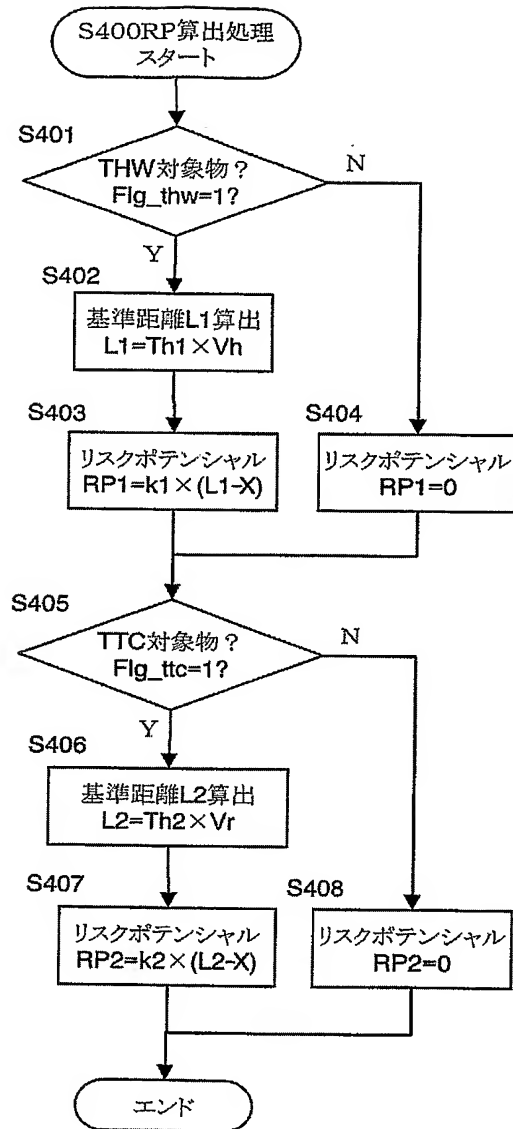
【図9】

【図 10】



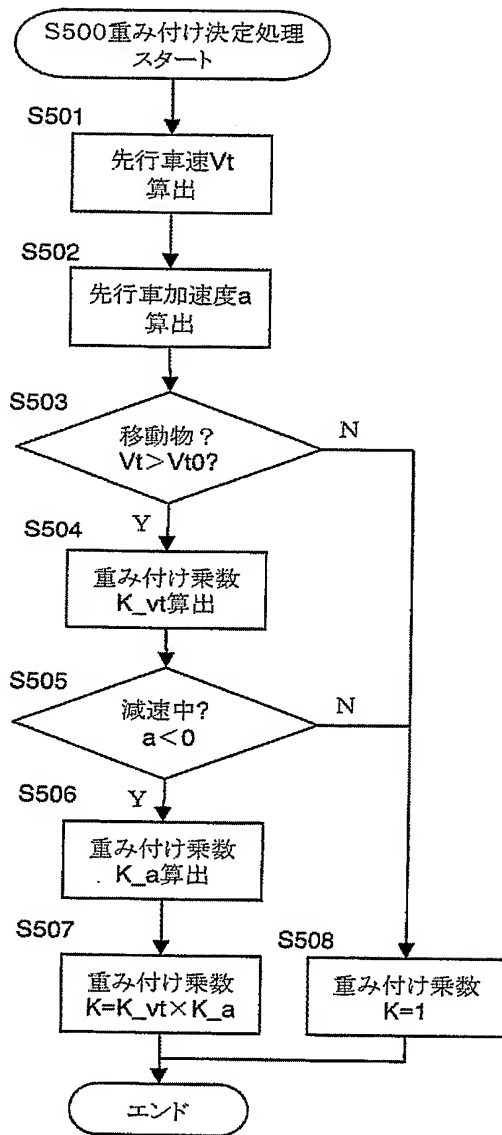
【図10】

【図 11】



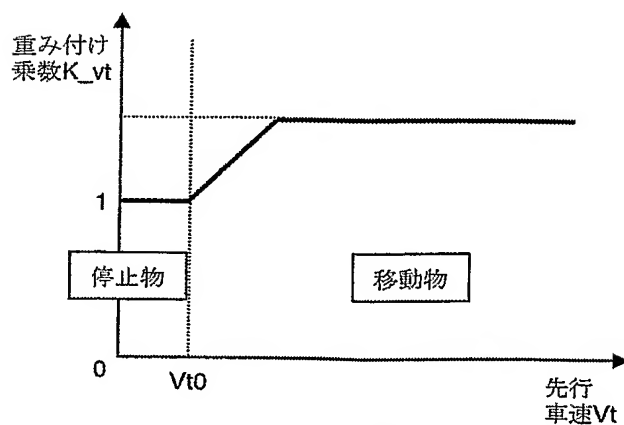
【図11】

【図12】



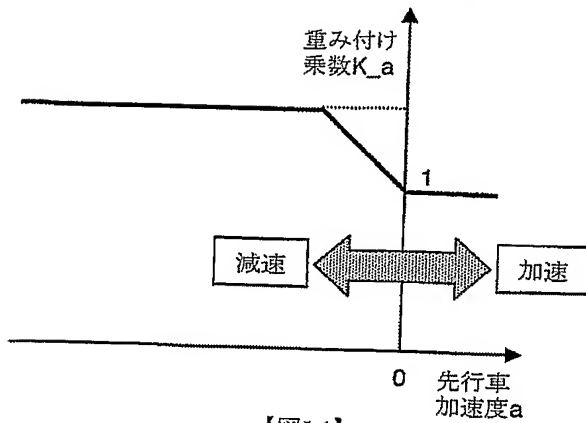
【図12】

【図13】



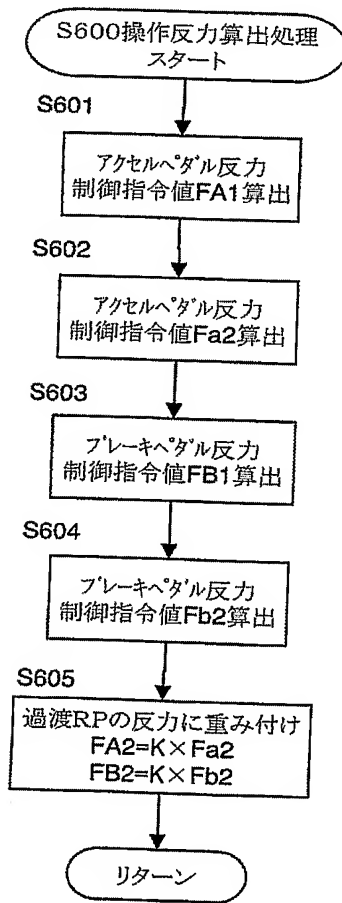
【図13】

【図 14】



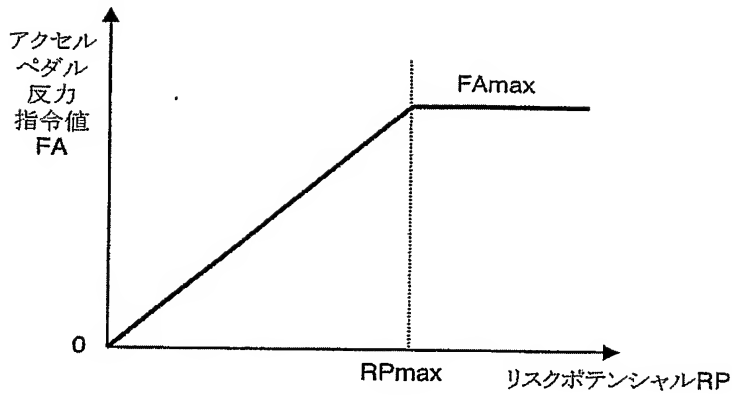
【図14】

【図 15】



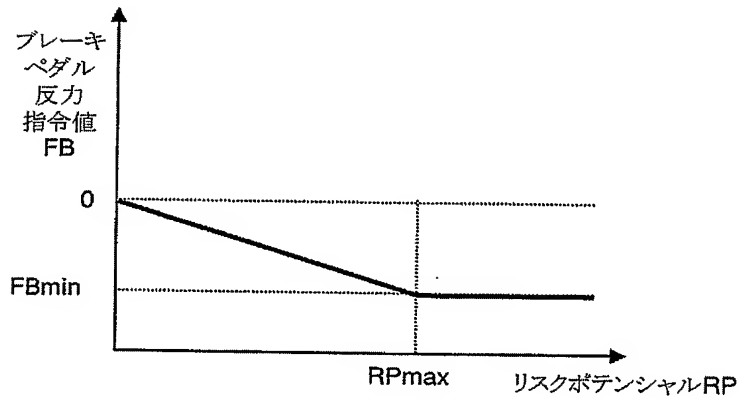
【図15】

【図 16】



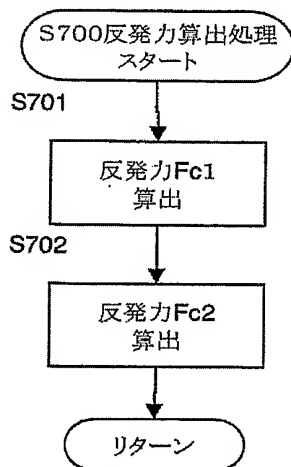
【図16】

【図 17】



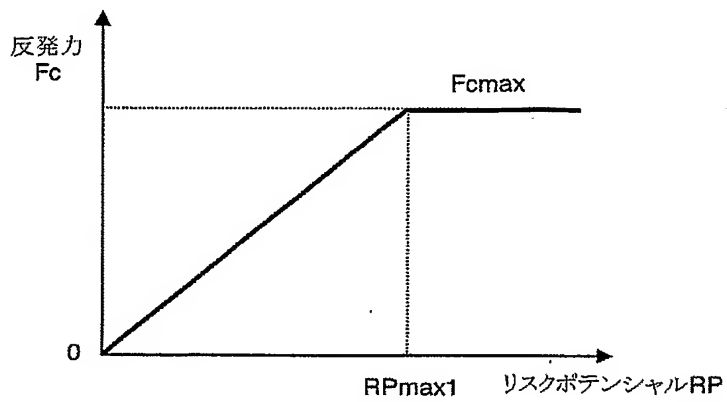
【図17】

【図 18】



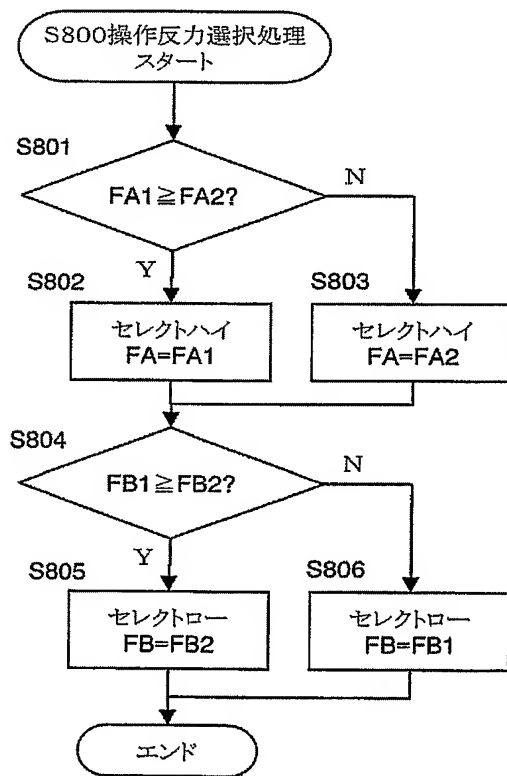
【図18】

【図 19】



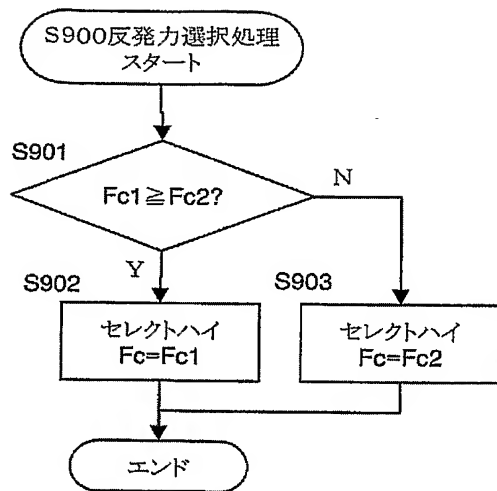
【図19】

【図 20】



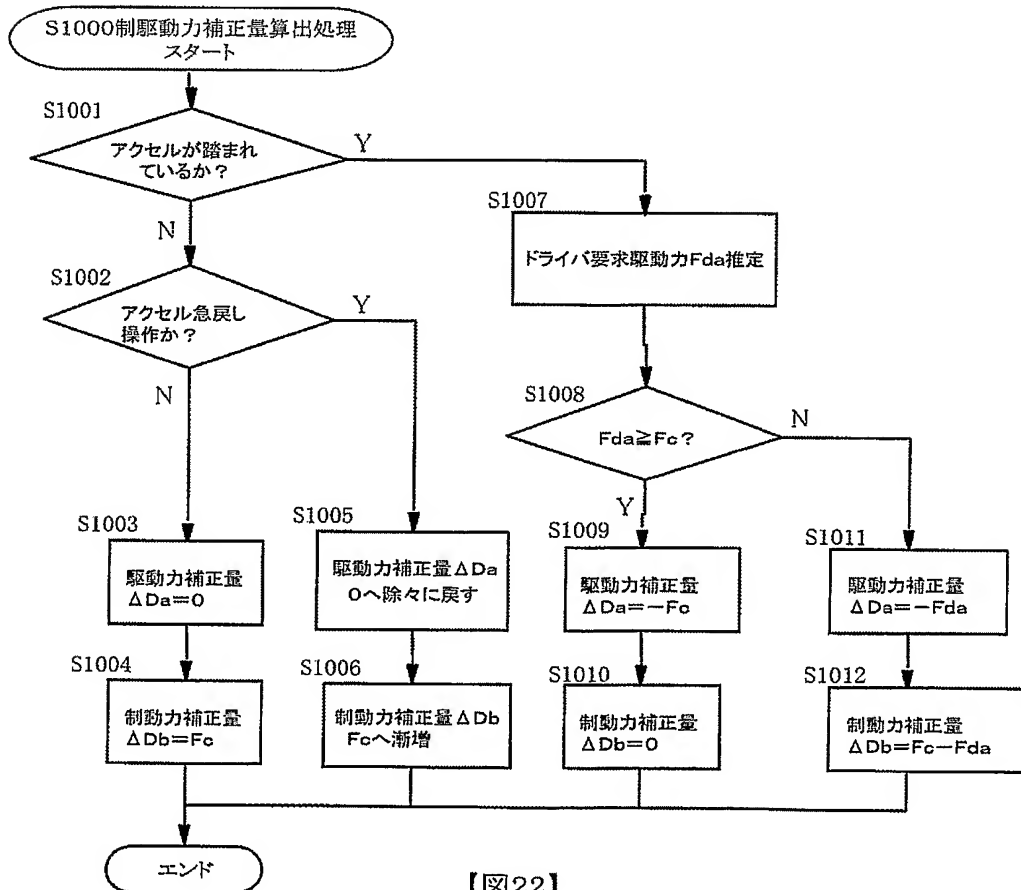
【図20】

【図 21】



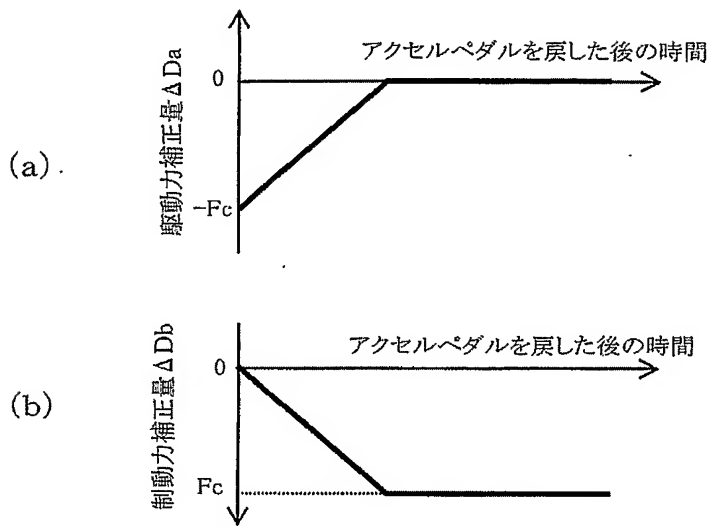
【図21】

【図 2 2】



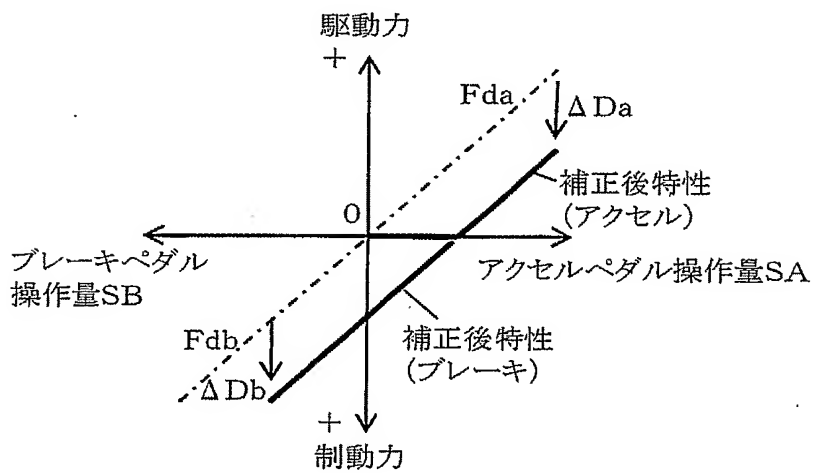
【図22】

【図 23】



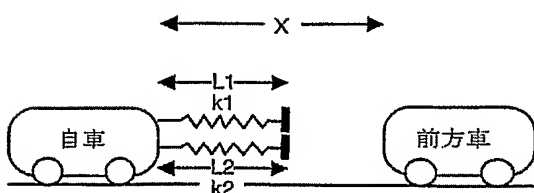
【図23】

【図 24】



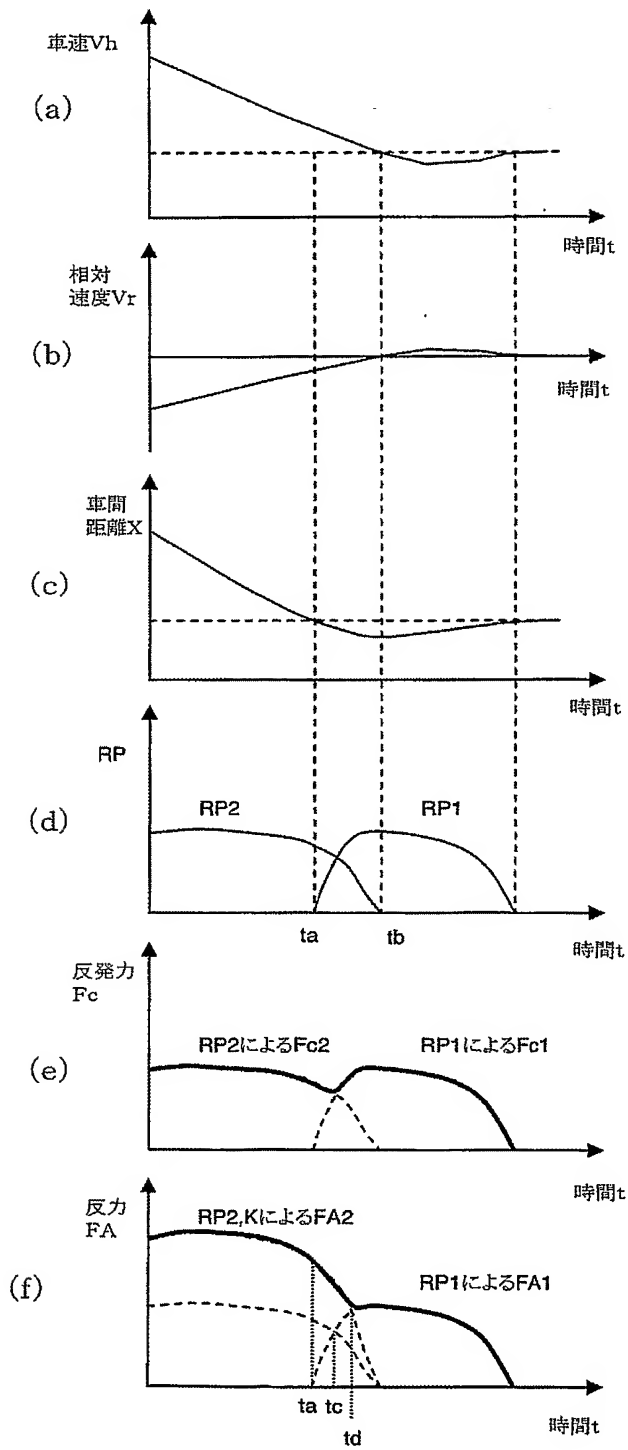
【図24】

【図 25】



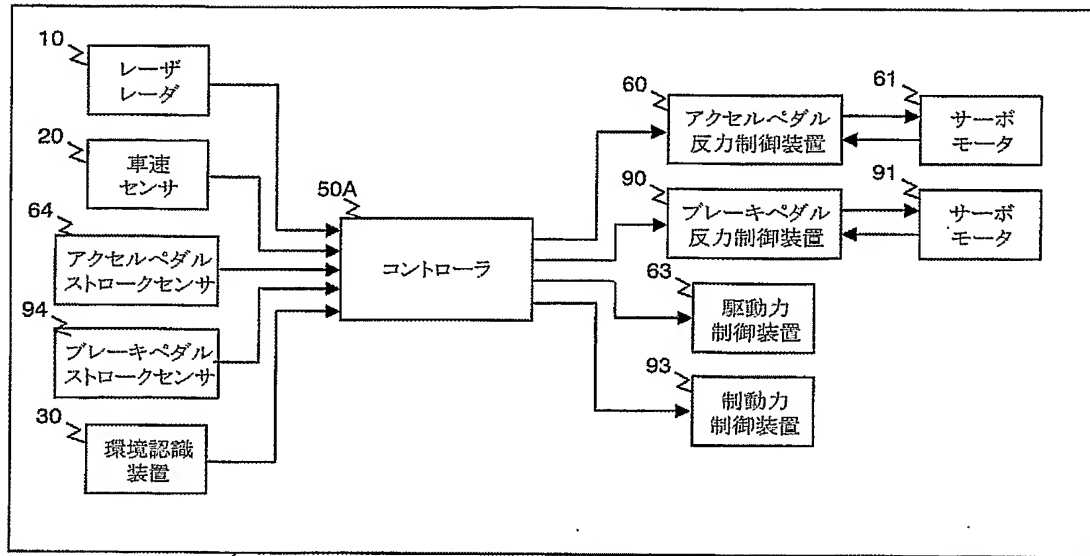
【図25】

【図 26】



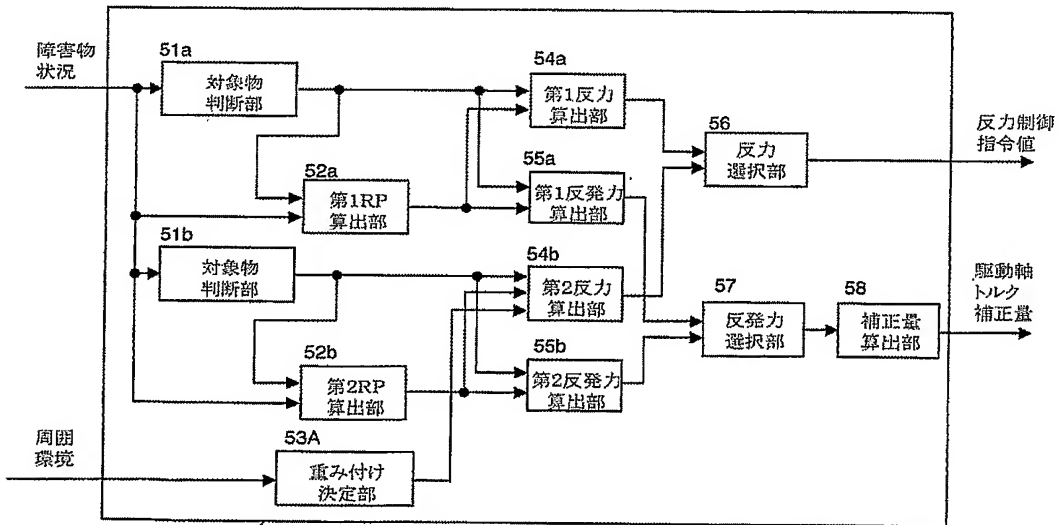
【図26】

【図 27】



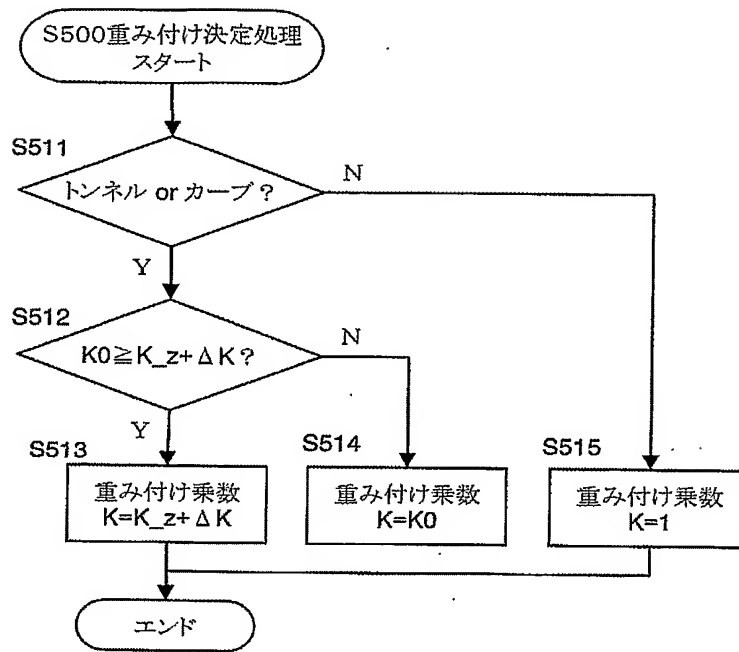
2 【図27】

【図 28】



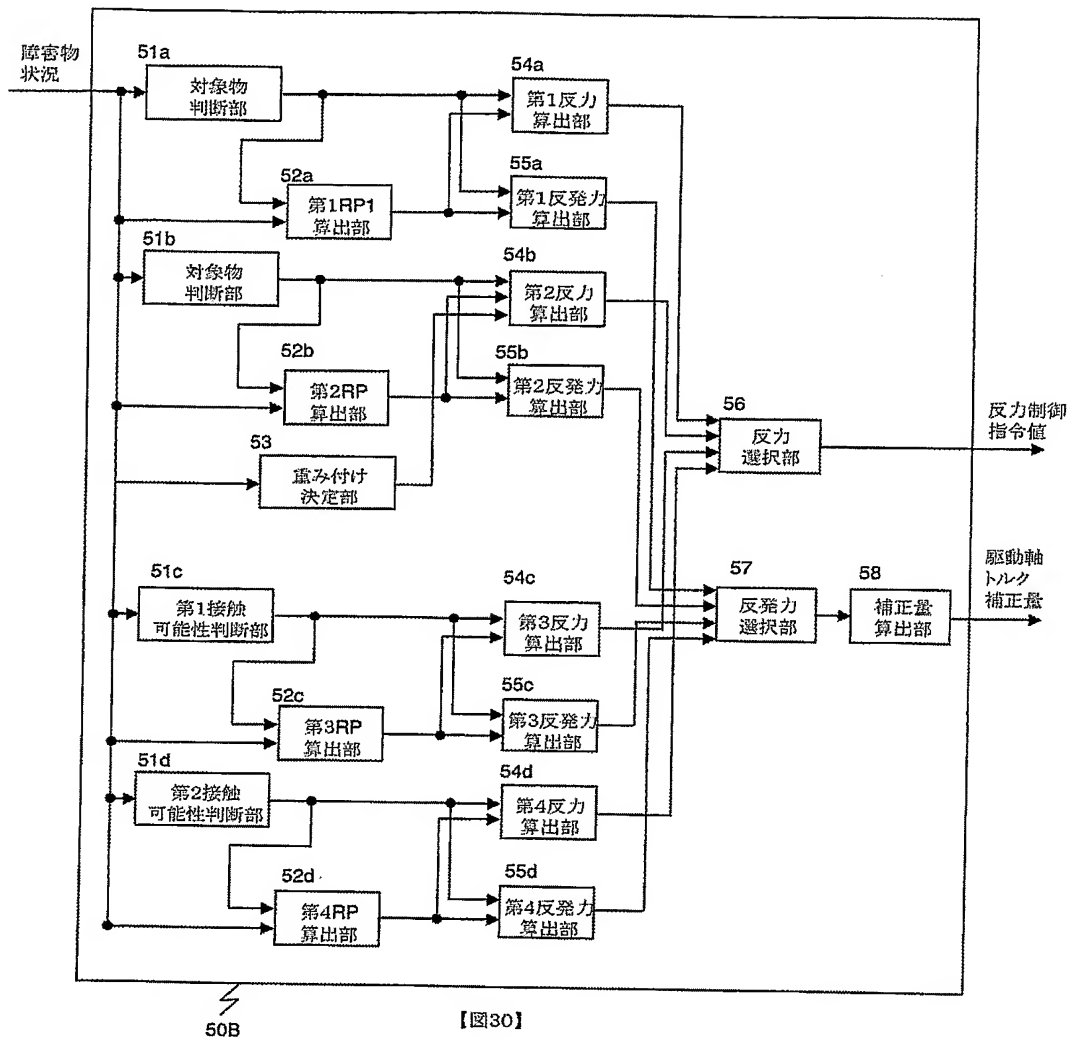
50A 【図28】

【図 29】



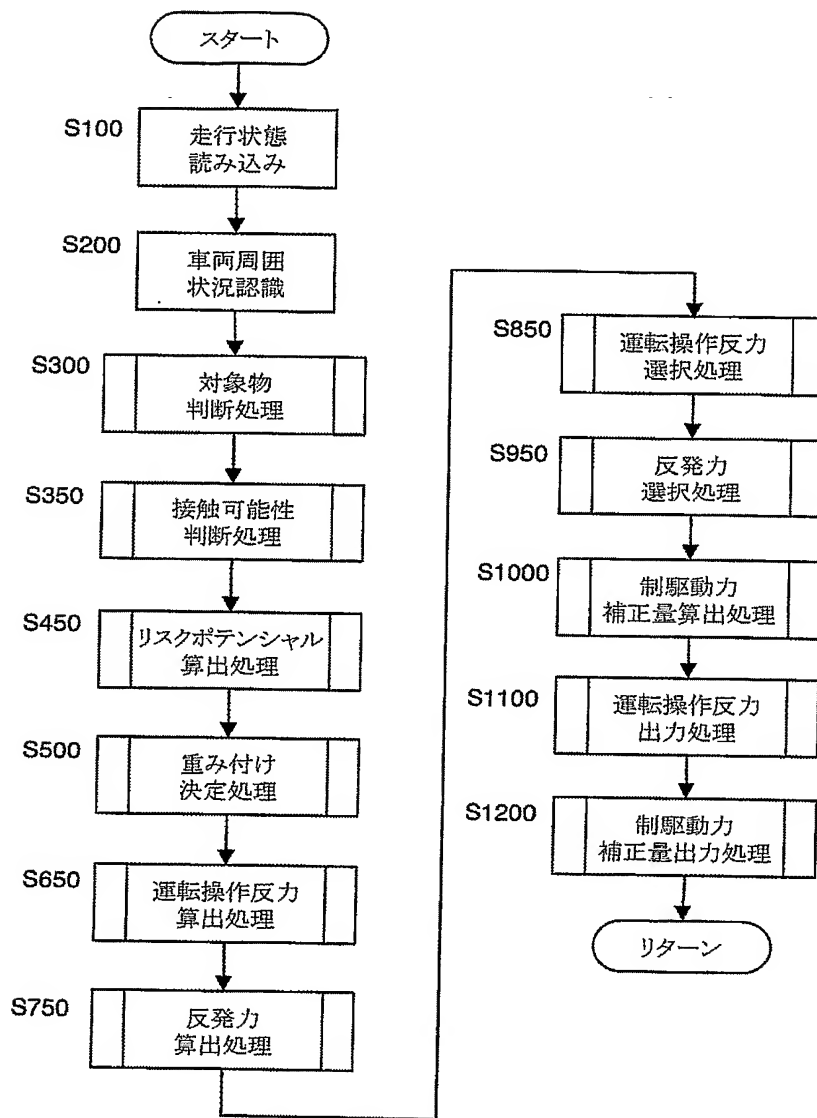
【図29】

【図 30】



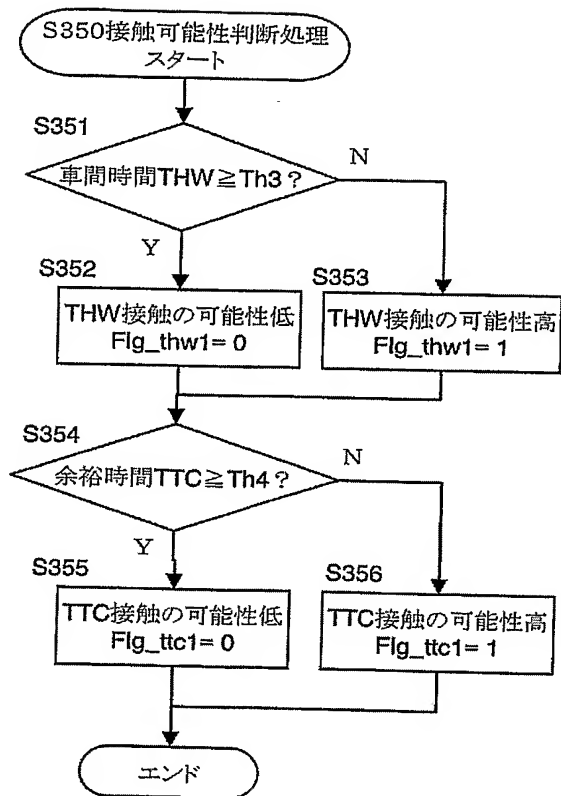
【図30】

【図 31】



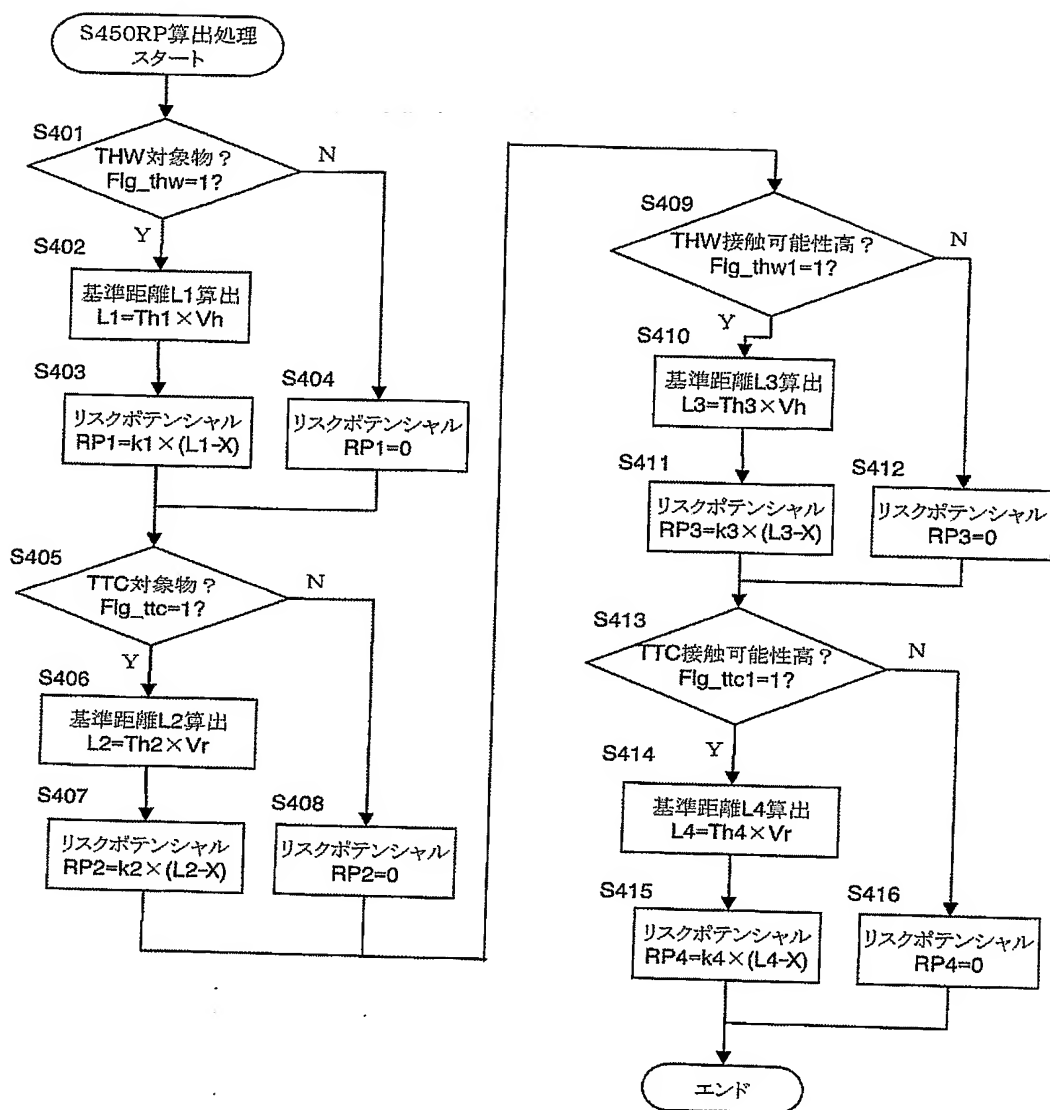
【図31】

【図 32】



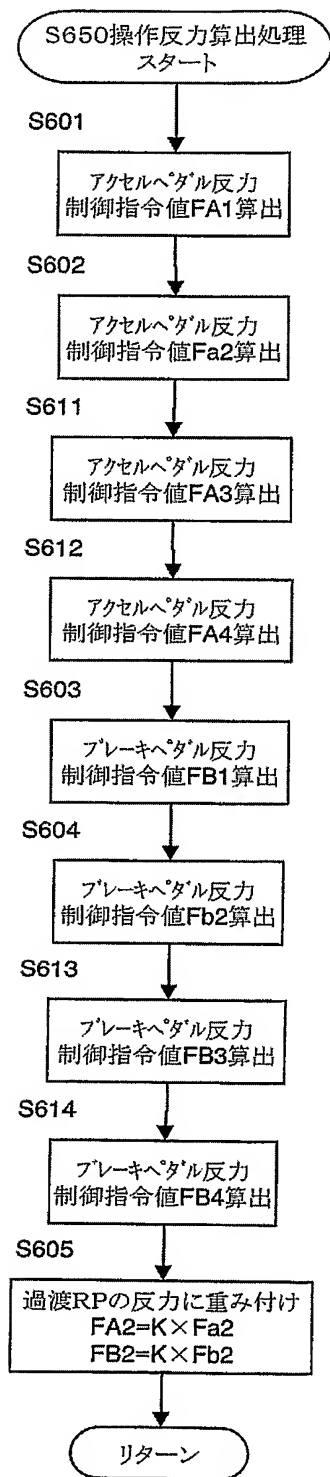
【図32】

【図 33】



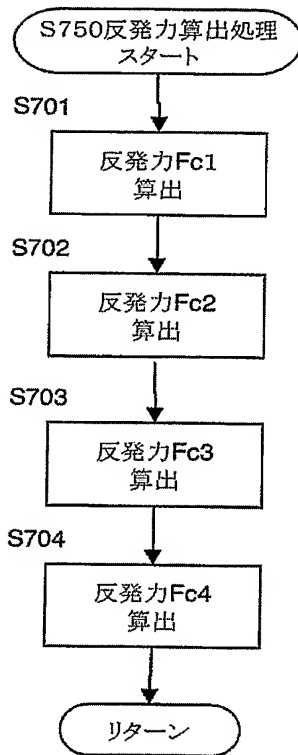
【図33】

【図 3 4】



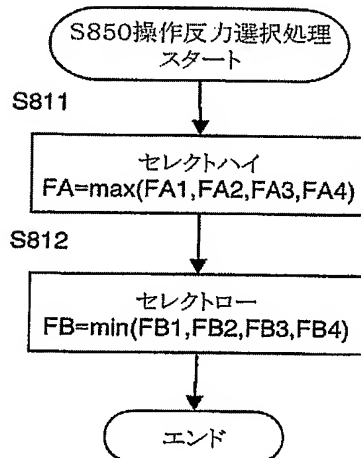
【図34】

【図 35】



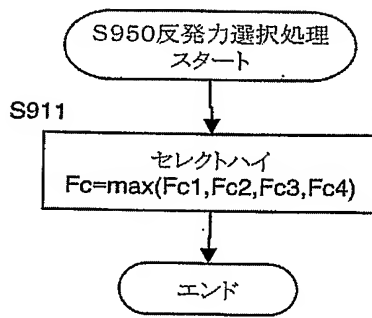
【図35】

【図 3 6】



【図36】

【図 37】



【図37】

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

車両周囲の過渡的なリスクおよび定常的なリスクを運転者にわかりやすく伝える車両用運転操作補助装置を提供する。

【解決手段】

コントローラは、前方障害物が制御の対象物である場合は、車間時間に基づいて定常的なリスクを表すリスクポテンシャルと、余裕時間に基づいて過渡的なリスクを表すリスクポテンシャルとを算出する。定常リスクポテンシャルに基づく反力指令値と過渡リスクポテンシャルに基づく反力指令値を算出し、過渡リスクポテンシャルに基づく反力指令値には自車両の走行状況に基づいて重み付けをする。コントローラは、定常リスクポテンシャルに基づく反力指令値と、重み付けをした過渡リスクポテンシャルに基づく反力指令値とから、セレクトハイにより制御用の反力指令値を選択し、運転操作反力制御を行う。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-059020
受付番号	50400349505
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成16年 3月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 3月 3日

特願 2 0 0 4 - 0 5 9 0 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社